

# Trabalho de Conclusão de Curso

Marina Costa Laus

## **PROJETO DOS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E EFLUENTES EM UMA UNIDADE DE ENSINO DE SUINOCULTURA EM FLORIANÓPOLIS**

Florianópolis  
2018



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

Marina Costa Laus

**PROJETO DOS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE  
ÁGUAS PLUVIAIS E EFLUENTES EM UMA UNIDADE DE  
ENSINO DE SUINOCULTURA EM FLORIANÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental. Orientador: Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso.

Florianópolis  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do  
Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Laus, Marina Costa

Projeto dos Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais e Efluentes em uma Unidade de Ensino de Suinocultura em Florianópolis / Marina Costa Laus ; orientador, Ramon Lucas Dalsasso, 2018.

149 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

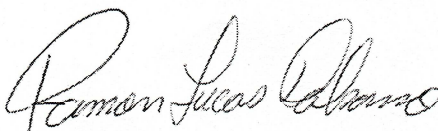
1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Águas Pluviais. 3. Dejetos suínos. 4. Esgoto Sanitário. I. Dalsasso, Ramon Lucas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Marina Costa Laus

**PROJETO DOS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE  
ÁGUAS PLUVIAIS E EFLUENTES EM UMA UNIDADE DE  
ENSINO DE SUINOCULTURA EM FLORIANÓPOLIS**

Trabalho submetido à banca examinadora como parte dos requisitos  
para Conclusão do Curso em Graduação em Engenharia Sanitária e  
Ambiental – TCC II

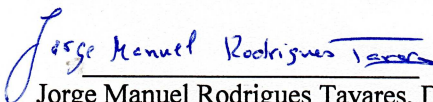
**Banca Examinadora:**



Prof.ª Ramon Lucas Dalsasso, Dr.º

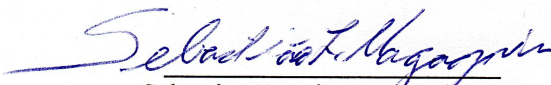
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Jorge Manuel Rodrigues Tavares, Dr.º

Universidade Federal de Santa Catarina



Sebastião Ferreira Magagnin, Me.

Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis  
2018



## RESUMO

Diante da atual situação de escassez dos recursos hídricos e da poluição dos mananciais, o crescimento da suinocultura, aliado ao uso ineficiente de água e ao manejo inadequado dos dejetos nas granjas, apresenta-se como um agravante desse cenário. Assim, buscam-se soluções que visam amenizar esses impactos e tornar o sistema produtivo viável ambientalmente e economicamente. Este trabalho visou projetar os sistemas de aproveitamento de águas pluviais e efluentes em uma Unidade de Ensino de Suinocultura (UES), com foco na produção animal sustentável. Para início de projeto analisaram-se as estruturas, quantificaram-se as demandas de consumo e verificou-se a oferta de água pluvial, com base nas séries históricas de precipitação do município, obtidas pelo Banco de dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). A partir dessa análise, aplicaram-se os dados encontrados no programa computacional NETUNO®. A ferramenta foi utilizada para avaliar os potenciais de economia de água da concessionária e encontrar o volume ideal da reserva de água da chuva. As demandas consideradas no *software* contabilizaram todos os usos da granja, desde a limpeza de instalações à dessedentação dos animais. A partir dos volumes e percentuais encontrados, realizou-se análise econômica para verificar os ganhos ambientais do uso majorado de água na UES, tanto para fins potáveis, quanto não potáveis, utilizando o mesmo programa. Os potenciais de utilização de água da chuva foram de 75% a 96% nos galpões de produção animal e de 55% na estrutura de apoio e acesso a unidade, enquanto a análise econômica retornou valores presentes líquidos positivos em quatro galpões, o que indica viável a sua implantação. O sistema de efluentes foi subdividido em efluentes suínos e sanitários e a concepção buscou os menores traçados adaptados à UES. O transporte dos dejetos suínos foi gravitacional pelos fossos localizados abaixo dos galpões e conduzidos por tubulações de PVC até a elevatória locada no terreno entre as estruturas. A elevatória bombeia os dejetos ao tratamento. Os efluentes sanitários foram dimensionados pelo método de Unidade Hunter de Contribuição (UHC) e quesitos da norma ABNT, NBR 8.160/89. Ambos os resultados apresentaram concepções ambientalmente viáveis e conclui-se que diante de planejamento e o dos efluentes, a partir de um bom estudo de alternativas e planejamento, é possível encontrar uma solução viável.

**Palavras-chave:** Águas pluviais; dejetos suínos; esgoto sanitário;



## ABSTRACT

Faced with the current situation of water scarcity and pollution of water sources, pig's production growth, coupled with the inefficient use of water and inadequate management of manure on farms, becomes an aggravating factor in this scenario. Thus, solutions are sought to mitigate these impacts and make the productive system environmentally and economically viable. This work aimed to design systems for the utilization of rainwater and effluents in a Swine Education Unit, with focus on sustainable animal production. For the beginning of the project the structures were analyzed, the consumption demands were quantified and the rainwater supply was verified, based on the historical series of precipitation of the municipality, obtained by the Meteorological Database for Teaching and Research (BDMEP) of INMET (National Institute of Meteorology). From this analysis, the data found in the NETUNO® computer program were applied. The tool was used to evaluate the concessionaire's water saving potential and to find the ideal volume of the rainwater reserve. The demands considered in the software counted all the uses of the farm, from the cleaning of facilities to the entertainment of animals. From the volumes and percentages found, an economic analysis was performed to verify the environmental gains of the increased use of water in the UES, both for drinking and non-drinking purposes, using the same program. Rainwater utilization potentials were 75% to 96% in animal production sheds and 55% in support structure and unit access, while economic analysis returned positive net present values in four sheds, which indicates feasible implementation. The effluent system was subdivided into swine and sanitary effluents and the design sought the smallest traces adapted to UES. The transport of swine manure was gravitational in the trenches located below the sheds and led by PVC pipes to the elevated land located between the structures. The lift pumps the waste to the treatment. The sanitary effluents were scaled by the Hunter Contribution Unit (UHC) method and according to ABNT, NBR 8.160 / 89. Both results presented environmentally viable conceptions and it is concluded that, with regard to planning and effluents, from a good study of alternatives and planning, it is possible to find a viable solution.

**Keywords:** Rainwater; swine manure; waste water





## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Nebulização por aspersores. ....	34
<b>Figura 2</b> – Etapas do sistema de aproveitamento pluvial .....	36
<b>Figura 3</b> – Reservatório de descarte das primeiras águas e dispositivo de segurança para evitar retorno de água (bola plástica).....	42
<b>Figura 4</b> – Modelos de pré-filtro disponíveis no mercado. a) Twin Filter;.....	43
<b>Figura 5</b> – Filtro rápido comercial.....	43
<b>Figura 6</b> – Exemplos dos tipos de cisternas para os diferentes materiais. a) PVC b) concreto armado c) Fibra de vidro e d) PEAD.....	45
<b>Figura 7</b> – Fluxograma recomendado na produção suinícola para otimizar o manejo de animais, os efluentes e fluxos. ....	52
<b>Figura 8</b> – Padrão sugerido para fosso de dejetos .....	54
<b>Figura 9</b> – Sequencia metodológica do desenvolvimento do trabalho. ....	60
<b>Figura 10</b> – Mapa de localização da Fazenda Experimental da Ressacada. ....	61
<b>Figura 11</b> – Vistas aéreas da Unidade de Ensino de Suinocultura. A) Fazenda Experimental da Ressacada e locação da UES. B) Locação das estruturas da UES. ....	63
<b>Figura 12</b> – Galpão de Reprodução e Gestação. ....	64
<b>Figura 13</b> – Galpão de Maternidade.....	65
<b>Figura 14</b> – Galpão de Creche.....	66
<b>Figura 15</b> – Galpão de Crescimento-Terminação.....	66
<b>Figura 16</b> – Unidade Casa de Apoio de Acesso. ....	67
<b>Figura 17</b> – Fluxograma de desenvolvimento do trabalho. ....	69
<b>Figura 18</b> – Locação dos reservatórios que abastecem os sistemas de nebulização e arco de desinfecção.....	70
<b>Figura 19</b> – Variáveis para o cálculo de área de captação, para superfície inclinada. ....	71
<b>Figura 20</b> – Filtro separador de folhas. ....	73
<b>Figura 21</b> – Esquema representativo da posição do reservatório de descarte de águas pluviais em relação à cisterna.....	74
<b>Figura 22</b> – Filtro em linha com a bomba de recalque.....	75
<b>Figura 23</b> – Esquema da bomba dosadora de hipoclorito de sódio. ....	75
<b>Figura 24</b> – Interface do preenchimento de dados do programa NETUNO®. ....	77
<b>Figura 25</b> – Mão de obra para viabilidade econômica .....	82
<b>Figura 26</b> – Histograma de precipitação diária do período do início de 2002 ao fim de 2017 (16 anos).....	86

<b>Figura 27</b> – Histograma de precipitação média mensal de Florianópolis, de 2002 a 2017. ....	87
<b>Figura 28</b> – Dados de entrada fixados para as simulações no programa NETUNO. ....	92
<b>Figura 29</b> – Gráfico representativo das simulações no programa NETUNO e o valor adotado como volume ideal do reservatório – Casa de Apoio e Acesso.....	94
<b>Figura 30</b> – Potenciais de uso de água pluvial e o percentual de dias de atendimento de água pluvial pela simulação no NETUNO®.....	95
<b>Figura 31</b> – Volume comercial adotado para os reservatórios e potencial de utilização de águas pluviais. ....	96
<b>Figura 32</b> – Sistema de realimentação da cisterna. ....	97
<b>Figura 33</b> – Detalhes de instalação do Pré-filtro para remoção de sólidos grosseiros. ....	98
<b>Figura 34</b> – Sistema separador de folhas instalado na UES. ....	98
<b>Figura 35</b> – Posicionamento do reservatório de descarte das primeiras águas.....	99
<b>Figura 36</b> – Aplicação de Hipoclorito de Sódio através de Bomba Dosadora. ....	101
<b>Figura 37</b> – Escoamento de dejetos no Galpão de Crescimento-Terminação.....	105
<b>Figura 38</b> – Corte do fosso de dejetos da estrutura Crescimento-Terminação.....	105
<b>Figura 39</b> – Escoamento de dejetos no galpão da maternidade.....	106
<b>Figura 40</b> – Escoamento de dejetos na creche. ....	107
<b>Figura 41</b> – Escoamento de dejetos no galpão reprodução e gestação. ....	108
<b>Figura 42</b> – Escoamento de dejetos à estação elevatória na UES. ....	108
<b>Figura 43</b> – Detalhe dos ramais de descarga e esgoto do vestiário. ...	110
<b>Figura 44</b> – Sistema de esgoto sanitário da Casa de Apoio e Acesso. ....	113
<b>Figura 45</b> – Interface da Análise Econômica no NETUNO.....	115
<b>Figura 46</b> – Planilha de economias mensais gerada no NETUNO, da maternidade. ....	116



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Resumo das características das estruturas da UES..	67
<b>Quadro 2</b> – Cobrança da tarifa de água. ....	82
<b>Quadro 3</b> –Referências para o cálculo do volume de dejetos gerados por suíno nas estruturas da UES. ....	102



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Volume diário de Consumo de Água (Litros/animal/dia) em sistemas especializados de produção de suínos no Estado de Santa Catarina. ....	33
<b>Tabela 2</b> - Consumo de água nas fases de produção de creche e crescimento-terminação. ....	34
<b>Tabela 3</b> – Características dos diferentes tipos de materiais para cisterna. ....	46
<b>Tabela 4</b> - Volume diário de dejetos líquidos (Litros/animal/dia) produzido em sistemas especializados de produção de suínos no Estado de Santa Catarina.....	50
<b>Tabela 5</b> – Volumes de dejetos produzidos nas fases produtivas de creche e crescimento-terminação para o período integral da pesquisa..	51
<b>Tabela 6</b> – Número de Unidades Hunter de Contribuição (UHC) por aparelho sanitário e diâmetro dos ramais de descarga.....	55
<b>Tabela 7</b> – Dimensionamento dos ramais de esgoto.....	56
<b>Tabela 8</b> – Quantificação dos aparelhos sanitários da Casa de Apoio e Acesso. ....	64
<b>Tabela 9</b> – IPCA acumulado para o período de 2013 a 2017. ....	82
<b>Tabela 10</b> – Demanda mensal de água na Unidade de Ensino de Suinocultura. ....	85
<b>Tabela 11</b> – Demanda média diária por uso e estrutura considerando um mês igual a 30 dias. ....	85
<b>Tabela 12</b> – Oferta de água pluvial por estrutura da UES. ....	88
<b>Tabela 13</b> – Demanda de água e a oferta pluvial na UES. ....	90
<b>Tabela 14</b> – Simulações realizadas no programa NETUNO®. ....	93
<b>Tabela 15</b> – Volume dos reservatórios de descarte de cada sistema da granja.....	99
<b>Tabela 16</b> – Filtro escolhido para cada estrutura. ....	100
<b>Tabela 17</b> – Volume de dejetos gerados na UES.....	103
<b>Tabela 18</b> – Dimensionamento ramal de descarga, de esgoto e ventilação do vestiário.....	111
<b>Tabela 19</b> – Dimensionamento do ramal de descarga, esgotos e dispositivos complementares da lavanderia. ....	111
<b>Tabela 20</b> – Dimensionamento do ramal de descarga, de esgoto e dispositivos complementares do banheiro.....	112
<b>Tabela 21</b> – Resultado da análise econômica do NETUNO®.....	115





## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa  
CCA – Centro de Ciências Agrárias  
CGP - caixa de gordura pequena  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia  
IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor – Amplo  
ONU – Organização das Nações Unidas  
MS – Ministério da Saúde  
SC – Santa Catarina  
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil  
TIR – Taxa Interna de Retorno  
TMA – Taxa Mínima de Atratividade  
TRI - Tempo de Retorno de Investimento  
UES – Unidade de Ensino de Suinocultura  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UHC – Unidade Hunter de Contribuição  
UPL – Unidade de Produção de Leitões  
UT – Unidade de Terminação  
VPL - Valor Presente Líquido



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
1.1	OBJETIVOS .....	30
1.1.1	Objetivo geral .....	30
1.1.2	Objetivos específicos .....	30
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>31</b>
2.1	SUINOCULTURA E O CONTEXTO AMBIENTAL .....	31
2.1.1	Consumo de água na suinocultura.....	32
2.2	APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA .....	36
2.2.1	Legislação.....	37
2.2.2	Qualidade das águas pluviais .....	39
2.2.3	Sistema de coleta e transporte de águas pluviais.....	40
2.2.4	Sistema de tratamento de águas pluviais .....	41
2.2.5	Sistema de armazenagem de águas pluviais.....	44
2.2.5.1	Métodos de dimensionamento do reservatório de águas pluviais	48
2.3	SISTEMA DE EFLUENTES SUÍNOS.....	50
2.3.1	Geração de dejetos suínos.....	50
2.3.2	Manejo de efluentes .....	52
2.3.3	Sistema de escoamento de dejetos.....	53
2.4	SISTEMA DE EFLUENTES SANITÁRIOS .....	55
2.5	ESTUDO ECONÔMICO.....	58
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>60</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO DE SUINOCULTURA (ues).....	60
3.1.1	Estruturas .....	64
3.2	SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA	67
3.2.1	Demanda de água .....	69
3.2.2	Oferta de água pluvial .....	70

3.2.3	Sistema de coleta de águas pluviais .....	72
3.2.4	Sistema de tratamento de águas pluviais .....	73
3.2.5	Sistema de armazenagem de águas pluviais.....	75
3.2.6	Cenários .....	78
3.3	SISTEMA DE EFLUENTES .....	79
3.4	ANÁLISE ECONÔMICA .....	81
4	<b>RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>84</b>
4.1	SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA	84
4.1.1	Quantificação da demanda de água.....	84
4.1.2	Oferta de água pluvial e volume das cisternas.....	86
4.1.3	Calhas e condutores pluviais .....	88
4.1.4	Volume da cisterna.....	89
4.1.5	Realimentação do reservatório .....	96
4.1.6	Sistema de remoção de sólidos grosseiros .....	97
4.1.7	Descarte das primeiras águas.....	98
4.1.8	Filtro .....	100
4.1.9	Desinfecção .....	101
4.2	SISTEMA DE EFLUENTES SUÍNOS.....	102
4.2.1	Volume de dejetos .....	102
4.2.2	Sistema de escoamento de dejetos.....	103
4.3	SISTEMA DE EFLUENTES SANITÁRIOS .....	110
4.4	ANÁLISE ECONÔMICA .....	114
5	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>118</b>
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>
	<b>APÊNDICE A – Planilhas de cálculo utilizadas no trabalho.....</b>	<b>129</b>
	<b>APÊNDICE B – Quantificação e custos dos itens do sistema de aproveitamento pluvial.....</b>	<b>130</b>
	<b>APÊNDICE C – 01 – Planta Baixa dos Sistemas de Aproveitamento Pluvial.....</b>	<b>27</b>

<b>APÊNDICE D – 02 – Detalhes: Sistema de Aproveitamento Pluvial.....</b>	<b>28</b>
<b>APÊNDICE E – 03 – Planta Dejetos: Escoamento e Locação Elevatória.....</b>	<b>29</b>
<b>APÊNDICE F – 04 – Planta Baixa Sistema de Dejetos: Galpão de Reprodução e Gestação, Maternidade e Creche .....</b>	<b>30</b>
<b>APÊNDICE G – 05 – Planta Baixa e Corte: Galpão de Crescimento-Terminação .....</b>	<b>31</b>
<b>APÊNDICE H – 06 – Planta Baixa e Detalhes: Sistema de Esgoto Sanitário .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO A – Anexos e figuras utilizados na elaboração desse projeto. ....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO B – Planilhas de custos do sistema de recalque .</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO C – Demandas de Água da Unidade de Ensino de Suinocultura .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira teve um crescimento de aproximadamente 84,5% nas últimas duas décadas, tornando o país o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína da atualidade (EMBRAPA, 2017). Essa conquista traz benefícios à economia e à população, promove a geração de empregos, movimenta o setor financeiro e apresenta vantagem aos consumidores através da alta qualidade da carne comercializada. Entretanto, esse crescimento associado aos desperdícios gerados pelo produtor e o manejo inadequado de dejetos, traz um cenário de consumo insustentável de insumos (água, energia, alimento, entre outros...) e elevada geração de resíduos impactantes ao meio ambiente (TAVARES, 2012; ITO, 2016).

A agropecuária é um dos setores que demanda elevada quantidade de água e, em 2012, essa atividade foi responsável pelo consumo de 83% da água doce no Brasil e, desse volume, 11% foram destinados à dessedentação animal (BRASIL, 2012). Essas proporções são reflexos não somente do consumo animal, mas também do manejo do produtor, com o uso de grandes volumes de água potável para limpeza, a escolha de equipamentos ineficientes que promovem desperdícios, e instalações hidráulicas inadequadas, com falhas e vazamentos (OLIVEIRA; SILVA, 2006). Segundo Oliveira e Silva (2006), esses desperdícios de água são frequentes, recorrente de propriedades suinícolas de pequeno a médio porte, e provém da execução rudimentar das instalações, muitas vezes com material de baixa qualidade e falta de planejamento.

Simultâneo a esse desequilíbrio quantitativo, a qualidade hídrica também é prejudicada. O manejo inadequado de dejetos e a elevada quantidade gerada pelos animais é capaz de causar grande degradação ambiental influenciando na qualidade do solo, das águas e, também, do ar, através da liberação de gases causadores de maus odores e contribuintes ao efeito estufa (FREITAS, 2004 apud DUARTE et al., 2017). As águas poluídas diante desse cenário de degradação podem ser as mesmas coletadas por um produtor para abastecimento da granja e, portanto, é necessário tratamento para adequá-las aos padrões de uso, frequentemente alcançados através da cloração. Esses produtores optam por tratamento rápido e pouco custoso e o cloro passa a ser aplicado em fração acima das recomendações. Essa sobredosagem implica na quantidade de cloro residual que, em grandes proporções, é prejudicial à saúde (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005).

O uso ineficiente de água nas granjas, com os desperdícios gerados, tem influência sobre as características dos dejetos e, quando a água se mistura as fezes, gera acréscimos de volume, reduz a carga orgânica e influencia na qualidade desse efluente, prejudicando o tratamento, o manejo e sua disposição final (OLIVEIRA, 2004; TAVARES, 2008). Outro exemplo, e problema comum, é a ausência de condução adequada às águas pluviais, como o uso de calhas coletoras e, neste cenário, ao unir o precipitado aos dejetos, altera-se a concentração de carga orgânica e interfere-se no tratamento, exigindo estruturas de maior dimensão pra comportar e tratar esse volume (OLIVEIRA, 2004).

Portanto, é evidente que a má gestão do sistema produtivo reflete em problemas econômicos e ambientais em grandes proporções, o que torna o sistema alvo de pesquisas e incentivos a tecnologias a favor do uso eficiente da água e manejo adequado de resíduos. Contudo, para amenizar os problemas mencionados, o aproveitamento de água da chuva, já difundido em regiões que enfrentam dificuldades de abastecimento, vem sido apresentado como respaldo para reduzir o consumo de água potável e os custos implicados no sistema, uma alternativa benéfica ao meio ambiente e ao produtor (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005).

As características construtivas das propriedades rurais de produção suinícola apresentam galpões com ampla área de cobertura, o que torna o aproveitamento pluvial favorável e de baixo custo (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005). Essa alternativa é um recurso com quantidade e qualidade que podem suprir os usos em múltiplas circunstâncias e, além de promover a preservação ambiental, reduz consideravelmente o volume de água potável consumido, dos efluentes gerados e acarreta em redução financeira nas faturas de água e esgoto.

Neste trabalho pretende-se discutir alternativas que tornem o sistema de produção suinícola sustentável, tendo por objetivo dimensionar sistemas hidráulicos eficientes com ênfase em duas estruturas: sistema de aproveitamento de águas pluviais, subdividido em sistemas de coleta, tratamento e armazenagem dessas águas; e sistema de efluentes, subdividido em dejetos suínos e esgoto sanitário. A base arquitetônica para o projeto é o sistema produtivo suinícola, de ciclo completo, da unidade de ensino de suinocultura localizado na Fazenda Experimental da Ressacada, no bairro Tapera, em Florianópolis. Este trabalho é uma contribuição a Unidade de Ensino de Suinocultura (UES) e representa um dos Trabalhos de Conclusão de Curso entre cinco projetos envolvidos. Cada projeto abrange um tema a colaborar com a unidade de ensino e essa união tem o objetivo de criar relações

interdisciplinares com a graduação e disseminar conhecimentos aplicados às práticas que envolvem manejo, nutrição, gestão, meio ambiente, ambiência, eficiência energética e sistemas de automação na produção de suínos. A área será destinada a estimular processos de aprendizado e contará com a participação acadêmica em busca de unir a teoria à prática profissional voltada para a realidade de atuação dos futuros profissionais. Os demais projetos que contribuem para este trabalho, mencionados ao longo do projeto, tem seus temas apresentados abaixo:

- ◆ Projeto sustentável dos Sistemas Prediais de Água Fria e Quente de uma Unidade de Ensino de Suinocultura em Florianópolis
- ◆ Projeto dos Sistemas de Energia Solar para Aquecimento de Água e Bombeamento Fotovoltaico em uma Unidade de Ensino de Suinocultura em Florianópolis
- ◆ Projeto de Sistema Descentralizado de Tratamento de Esgoto Sanitário de Unidade de Ensino de Produção Animal
- ◆ Manejo de Efluentes Oriundos da Produção de Suínos da Unidade de Ensino de Suinocultura da Fazenda Experimental Ressacada – UFSC
- ◆ Recomendações para um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos na Unidade de Ensino de Suinocultura em Florianópolis



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 **Objetivo geral**

Projetar os sistemas hidráulicos de águas pluviais e de efluentes da Unidade de Ensino de Suinocultura, em Florianópolis.

### 1.1.2 **Objetivos específicos**

- a) Quantificar o potencial de aproveitamento de águas pluviais para a Unidade de Ensino de Suinocultura.
- b) Análise de viabilidade econômica dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais projetados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SUINOCULTURA E O CONTEXTO AMBIENTAL

A suinocultura brasileira é considerada atividade de alta tecnologia e é reconhecida pelo elevado padrão de qualidade do produto entregue aos consumidores, característica de grande importância na agropecuária mundial (ABPA, s.d. [20--]). Desde o século passado o setor conquista espaço no comércio da carne suína e, segundo estimativa feita pela Embrapa em 2016, o Brasil constava com uma produção de 3,725 milhões de toneladas de cabeças de suínos e 786 mil toneladas exportadas, ocupando o 4º lugar mundial nos dois quesitos (EMBRAPA, 2017).

A maior produção suinícola do país está localizada em Santa Catarina, com quase 30% do abate nacional e com número de cabeças aproximadamente 17,24% do rebanho nacional (EMBRAPA, 2017; IBGE, 2016). A integração das propriedades de pequeno a médio porte a grandes empresas alimentícias no sistema integrado agroindustrial caracteriza a produção brasileira de carne suína como, majoritariamente intensiva, e a criação animal é principalmente realizada em confinamento, onde as etapas do ciclo de vida dos suínos são separadas em diferentes estruturas da propriedade (SOUZA et al., 2016; TAVARES; 2016).

As alternativas de produção variam de acordo com a parte do ciclo de vida dos suínos englobada na propriedade e pode trabalhar-se com todas as fases simultaneamente, compondo uma sequência completa. O modelo conhecido por abranger todas as etapas do ciclo produtivo em uma granja é a produção de Ciclo Completo (CARDOSO; OYAMADA; DA SILVA, 2015). Esse modelo produtivo abrange as fases de produção e instalações, desde a produção de leitões até a terminação (EMBRAPA, 2003).

O destaque da suinocultura brasileira na pecuária mundial foi adquirido através dos investimentos no setor e sua evolução técnica, científica e tecnológica, firmando-se no território nacional com eficiência para atender a demanda exigida. Essa conquista tem cunho expansivo e se caracteriza pela alta concentração de animais por área, circunstância que causa um núcleo poluidor, com altas taxas de produção de dejetos, geração de gases e consumo de água (OLIVEIRA; NUNES, 2005; TAVARES; 2012).

A Resolução CONAMA 001 de 1986 que implantou a “Legislação do Licenciamento Ambiental” e a definiu como obrigatória

às atividades potencialmente poluidoras foi um marco fundamental as futuras ações de preocupação e preservação ambiental, induzindo os produtores suinícolas a ações que visam boas práticas ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2004).

O que caracteriza a suinocultura como atividade altamente poluidora são as características e grandezas dos resíduos gerados na produção. Os dejetos apresentam elevada carga de nutrientes, presença de grande quantidade de matéria orgânica, metais pesados (adicionados a rações para promover o crescimento), antibióticos, hormônios e outros sedimentos. Com vistas a reduzir os impactos causados por esse efluente, os biodigestores vêm sendo uma das tecnologias adotadas, sendo o primeiro deles a funcionar no Brasil com um equipamento proveniente da China, instalado em uma granja de Brasília, em 1979 (DUARTE et al., 2017).

Adequar o sistema de produção a legislação em vigor e promover atividades com foco no avanço na qualidade do ar e redução dos níveis de poluição dos dejetos animais pode exigir investimentos acima da competência do suinocultor (PERDOMO, 2000; OLIVEIRA, 2004) e, para que os objetivos de melhorias ambientais e tecnológicas sejam alcançados, é necessário estudo das tecnologias existentes, conhecer os volumes de consumo de água, desperdícios e geração de dejetos. Além disso, elaborar projetos adequados e atrelados a um plano de manejo, armazenagem, tratamento e distribuição dos resíduos é essencial para promover aproveitamento econômico dos dejetos (OLIVEIRA et al., 2006).

### **2.1.1 Consumo de água na suinocultura**

O conhecimento do uso de água na suinocultura é importante ao projeto sustentável de instalações prediais para o dimensionamento de captação, tubulações e reservatórios a fim de adequar o sistema à demanda exigida. O manual de gestão de água na suinocultura de Souza et al. (2016) cita alguns dos usos mais recorrentes de água em granjas e, entre eles, está a dessedentação animal, os mecanismos de nebulização para conforto térmico e o uso em limpeza e higiene dos espaços. O volume de água utilizada pelos suínos pode desempenhar papel impactante ao meio ambiente, tanto pelo seu atributo como recurso natural finito, como pela sua influência sob o volume de dejetos gerados e, consequentemente, a quantidade de gases emitida. Portanto, saber o consumo diário animal no sistema produtivo é crucial (TAVARES, 2016).

Os dados de consumo de água em sistemas de produção de suínos no estado de Santa Catarina são fornecidos como parâmetros de projeto a serem considerados em licenciamento ambiental pela Fundação do Meio Ambiente (FATMA), através da Instrução Normativa nº 11 (FATMA, 2014). Neste documento o volume de diário de água consumida por animal é representado por modelos de sistema de produção, como se pode conferir na Tabela 1.

**Tabela 1** – Volume diário de Consumo de Água (Litros/animal/dia) em sistemas especializados de produção de suínos no Estado de Santa Catarina.

<b>Modelos de Sistema de Produção de Suínos</b>	<b>Massa suíno (kg)</b>	<b>Consumo Água (L/animal/dia)</b>
Ciclo Completo (CC)	-	72,9*
Unidade de Produção de Leitões (UPL)	-	35,3*
Unidade de Produção de Desmamados (UPD)		27,8*
Crechários (CR)	6 - 28	2,5
Unidade de Terminação (UT)	23 - 120	8,3

**\*Consumo de água por matriz do modelo de sistema de produção.**

Fonte: FATMA (2014).

Os animais não consomem água somente para sanar suas necessidades fisiológicas, mas também por prazer e fome, resultando muitas vezes em uma ingestão diária de água acima do primordial a sua necessidade (PATIENCE; ENGELE, 2014). Este volume ainda pode ser variável devido a fatores como: temperatura do ar e da água disponível para consumo, umidade relativa do ambiente, disposição e tipo dos bebedouros, ingredientes e umidade da ração e o quão saudáveis ou estressados estão os animais (PALHARES, 2011). Enquanto isso, o volume de água gasto por bebedouro é quantificado não só para consumo animal, mas considerando o desperdício de 40-60% da água, usualmente observado em campo, efeito que recai, também, sob os dejetos animais (GONYOU, 1996). Tavares (2016) estima o uso de água em sistemas produtivos no Oeste Catarinense, para as fases produtivas de suínos em crescimento-terminação e leitões na creche. Os valores obtidos foram determinados considerando o consumo total de água dos animais (ingestão de água e desperdício), dos equipamentos de resfriamento evaporativo (nebulização) e do uso de água para limpeza, através de medições feitas em hidrômetros instalados. Após ajustes e correções, os resultados obtidos estão expressos na Tabela 2.

**Tabela 2** - Consumo de água nas fases de produção de creche e crescimento-terminação.

Fase de criação	n †	Média	$\sigma$ ‡	Máx.	Mín.
		(L·suíno <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )			
5CR <sup>§1</sup>	32	2,76	0,78	4,72	1,26
10CT <sup>§2</sup>	33	7,72	1,32	10,36	5,74
15CT <sup>§2</sup>	28	8,33	1,37	10,56	5,94

† Ciclos de produção avaliados;

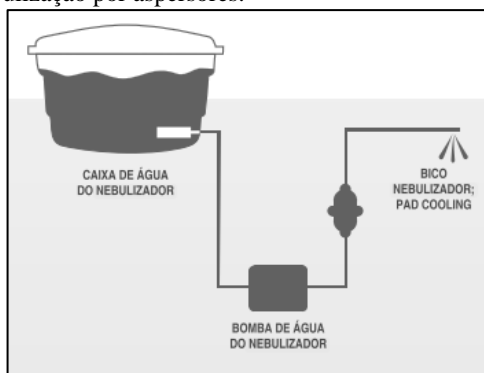
‡ Desvio padrão;

§1 Creche: t=5 semanas; §2 Crescimento-terminação: t=10 (10CT) e 15 semanas (15CT).

**Fonte:** Tavares (2016).

O método mais usual no controle da ambiência dos suínos é o resfriamento evaporativo, que pode ser apresentado por alguns mecanismos como: gotejamento; nebulização por aspersão; ventiladores mecânicos com aspersão de água; ou *padcooling* associado à ventilação mecânica com mínima taxa. Dentre eles, a nebulização por aspersão é o mecanismo mais utilizado para reduzir perdas de produção por estresse calórico e tem como principal objetivo promover conforto térmico aos animais e reduzir o estresse provocado por altas temperaturas (TAVARES, 2012). O desconforto térmico pode inibir a fome dos suínos, aumentar a sede e consumo de água, causando efeito, também, sob as taxas reprodutivas e índices zootécnicos (HUYNH et al., 2005 apud TAVARES, 2016). A Figura 1 contém um esquema representativo do sistema de nebulização por aspersores.

**Figura 1** – Nebulização por aspersores.



**Fonte:** Souza et al. (2016).

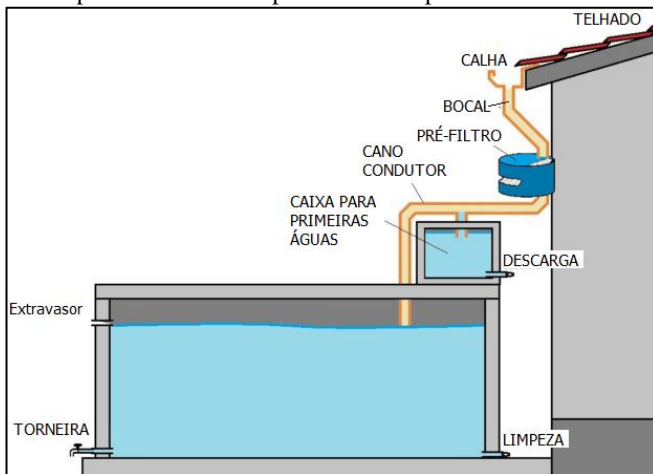
De acordo com Sesti, Sobestiansky e Barcellos (1998), a limpeza dos ambientes de produção é essencial para reduzir os riscos de problemas sanitários, como a transmissão de doenças e a proliferação de microrganismos patógenos. A limpeza deve sequenciar a saída dos animais e desocupação do local e inicia com o processo físico e seco de raspagem dos dejetos e sujeiras. Dando continuidade ao processo, as fossas ou calhas existentes são esvaziadas e dá-se início a fase de limpeza úmida, com uso de máquina a jato de água sob pressão e adição de produto higienizador. A escolha correta do detergente ajuda a reduzir o desperdício de água, e o uso dessas máquinas ameniza o contato humano direto com os dejetos e promove um trabalho mais digno aos trabalhadores, sob um menor tempo de trabalho, menores custos ao produtor e um resultado de limpeza de melhor qualidade. (SESTI, SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 1998; SOUZA et al., 2016).

## 2.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

A escassez de água é tema discutido internacionalmente desde 1991, quando a ONU (Organização das Nações Unidas), por intermédio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Mundial de Saúde (OMS), começou a operar em prol da gestão dos recursos hídricos. No entanto, ainda hoje, países encontram dificuldades em universalizar a água com quantidade e qualidade necessárias à sociedade e, diante deste cenário, buscam-se fontes alternativas que favoreçam a disseminação de água (GONÇALVES et al., 2006). Além do viés ambiental, o uso pluvial em edificações vem se mostrando como uma das soluções que aproxima as futuras gerações à sustentabilidade hídrica. A chuva, como fonte alternativa de água, proporciona uma economia financeira proporcional ao volume economizado com o abastecimento público de água e a conta de esgoto (GONÇALVES et al., 2006).

O sistema de aproveitamento de água pluvial (Figura 2) é composto pela captação (por meio de superfícies, telhados, pátios), pelo sistema de transporte (calhas e tubulações), pelo sistema de reserva de água (enterrados, apoiados ou elevados), e do tratamento necessário (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

**Figura 2** – Etapas do sistema de aproveitamento pluvial



**Fonte:** Adaptada de Alexandre Matthiensen/Embrapa apud Oliveira et al. (2012).

O Manual de Gestão de Água na Suinocultura (SOUZA et al., 2016), sugere a captação de água superficial como fonte prioritária, porém, seu contato com fatores externos a torna vulnerável e pode resultar em um manancial de baixa qualidade. Sob essa ótica, o uso da água da chuva para abastecimento, em regiões de baixos índices de poluição, apresenta-se como uma boa alternativa, cumprindo o objetivo de tornar o sistema mais sustentável. Essa água pode ser utilizada em instalações prediais para diversos usos e inclusive para dessedentação animal, quando precedida de tratamento adequado (SOUZA et al., 2016).

### 2.2.1 Legislação

Na Lei que institui o Código Estadual do Meio Ambiente (Lei 14.675/2009) está disposto, no seu Art. 218, que “as atividades/empreendimentos licenciáveis, quando usuários de recursos hídricos, devem prever sistemas para coleta de água de chuva para usos diversos” (SANTA CATARINA, 2009). O trecho é citado em diversas Instruções Normativas da Fundação do Meio Ambiente (FATMA), e representa um incentivo aos produtores de suínos que, a fim de obter licença ou renovar a já adquirida, deverão proporcionar a sua propriedade um sistema de aproveitamento de água de chuva.

Florianópolis é um dos municípios que vem incrementando legislações quanto ao aproveitamento de água pluvial, em busca de incentivar o uso racional da água e promover a sustentabilidade. A Lei nº 8.080, de 09 de Novembro de 2009, instituiu o Programa Municipal de Conservação, Uso Racional e Reuso de Água e cita o emprego de fontes alternativas de abastecimento de água nas edificações como caminho para alcançar os princípios titulados (FLORIANÓPOLIS, 2009).

“Art. 4º As ações de utilização de fontes alternativas compreendem:

I - captação, armazenamento e utilização de águas provenientes das chuvas; e  
II - captação, armazenamento e reutilização das águas servidas.

§ 1º A água proveniente das chuvas será coletada na cobertura das edificações e armazenada em cisterna ou tanque para utilização em atividades que não requeiram o uso de água tratada



proveniente da rede pública de abastecimento, como:

- I - irrigação paisagística e campos de cultivo;
  - II - lavagem de roupas;
  - III - lavagem de veículos e logradouros públicos;
  - IV - lavação de vidros, calçadas e pisos;
  - V - utilização na construção civil;
  - VI - no combate a incêndios;
  - VII - em processos, atividades e operações industriais; e
  - VIII - descargas de vasos sanitários.
- [...]”

As novas construções devem atender ao estabelecido nessa legislação para obter aprovação do projeto construtivo e Alvará de Construção. As construções sob as quais é aplicada essa lei estão prescritas no inciso VI do art. 25 do código de obras de Florianópolis, sob a Lei complementar nº 60, de 11 de maio de 2000. Essa lei foi complementada em 2016, pela Lei Complementar nº 561, de 02 de Junho de 2016, com termo de obrigatoriedade ao aproveitamento pluvial para edificações com área construída acima de 200 m².

“Art.25

[...]

VI - para construções unifamiliares, multifamiliares, residenciais ou comerciais ou de uso misto, acima de duzentos metros quadrados, sistema de captação, armazenamento e utilização de águas pluviais, submetendo-se a tratamento sanitário com o fim de torná-las próprias para a reutilização em atividades que não exijam sua potabilidade, tais como, rega de jardins e hortas, lavagens de roupas, veículos, vidros, calçadas e pisos.[...]”

A Prefeitura Municipal de Florianópolis, através da Diretoria da Vigilância em Saúde da Secretaria Municipal de Saúde de Florianópolis, promoveu materiais com orientações técnicas como auxílio aos profissionais da área e estabelece os requisitos de aprovação para o sistema de aproveitamento de água da chuva. Apesar dos documentos citados até então tratarem das finalidades de uso não potável da água da chuva, a Lei Complementar nº 239/2006 sugere o uso de fonte alternativa de água para usos potáveis desde que haja comprovação de padrões de potabilidade (FLORIANÓPOLIS, 2006).

Art. 36 A pessoa deverá utilizar a rede pública de abastecimento de água, salvo se comprovar que sua fonte própria se apresenta em conformidade com os padrões de potabilidade, não comprometendo a sua saúde ou de terceiros.

### 2.2.2 Qualidade das águas pluviais

A qualidade da água pluvial é considerada alta se comparada a outras fontes de abastecimento. O ciclo hidrológico por si próprio promove processos de ordem natural, como a evaporação e a condensação, que fazem a purificação do que será precipitado. Apesar do processo favorecer boa qualidade da água da chuva, poluentes em nível atmosférico podem estar presentes em concentrações que alteram a composição da água que chega no ponto de captação, condição prejudicial às superfícies que a recebem e a seus usos, pelo que se deve buscar tratamento adequado (OLIVEIRA et al., 2012; TAVARES, 2009). Além da qualidade do ar, a superfície de captação também pode oferecer riscos à condição da água a ser armazenada na cisterna. Nos telhados, forma de captação mais comum e de melhor qualidade, encontram-se sólidos em suspensão e dissolvidos, fezes animais, folhas, poeiras, resíduos da estrutura, entre outras impurezas químicas e biológicas. A presença desse conteúdo quicá patogênico é motivo pelo qual é fundamental eliminar as primeiras águas precipitadas e, se necessário, aplicar tratamento para sua finalidade (GONÇALVES, 2006; REBELLO, 2004 apud GONÇALVES, 2006).

A escolha do tipo de tratamento necessário à utilização segura da água é feita quando se determina seu uso (GONÇALVES, 2006). Em sistemas de produção animal, a dessedentação é o uso mais nobre e exige maior tratamento e cuidado, por outro lado, quando a água é utilizada para fins não potáveis, é possível minimizar as etapas do tratamento (OLIVEIRA et al., 2012; TAVARES, 2009). A legislação brasileira é carente nesse sentido e não são encontrados parâmetros definidos em função dos seus usos. Um exemplo é a dessedentação animal na cadeia produtiva, que não é prevista em leis ou normativas e faz-se necessário interpretar e aproveitar a legislação disponível (LISBOA, 2011; MATTHIENSEN, 2017). As condições e os padrões de qualidade expressos na Resolução CONAMA nº 357 de março de 2005 para rios de Classe 3 cita a dessedentação animal como uso em sua lista de destinações permitidas. É estabelecido nessa resolução os limites tolerantes de cada substância que possa comprometer em excesso o usuário, como resíduos sólidos, materiais flutuantes, corantes,

substâncias que deem gosto ou odor à água, coliformes termo tolerantes, cianobactérias, DBO, OD, pH, e outros parâmetros orgânicos e inorgânicos (BRASIL,2005).Apesar de citado a dessedentação animal nessa legislação, o consumo dessas águas no sistema produtivo exigem melhor qualidade e, de maneira geral, não são utilizadas águas superficiais devido aos riscos sanitários resultantes de uma água de menor qualidade. Portanto, para fins potáveis de consumo animal, a água deve ser livre de coliformes fecais, material orgânico e quaisquer substâncias tóxicas passíveis de gerar doenças, e tem-se como objetivo atingir os parâmetros estipulados na Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS) (GONÇALVES et al., 2012).

Para fins não potáveis e informações sobre a frequência de manutenção dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais para áreas urbanas, a NBR 15257 da ABNT apresenta requisitos que também podem ser utilizados (PALHARES, 2010; BRASIL, 2011).

### **2.2.3 Sistema de coleta e transporte de águas pluviais**

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial são classificados de acordo com o tipo de coleta, podendo ser por pisos pavimentados (interferência na qualidade), por represas (grandes áreas e grandes volumes) ou através de coberturas, sistema atualmente mais utilizado pela facilidade e reduzida possibilidade de contaminação da água (CALDEIRA, 2016).Os telhados são a escolha mais comum entre os tipos de superfícies de captação para aproveitamento pluvial, pois a localização afastada do meio humano resulta em menor interferência sob a qualidade da água precipitada. A cobertura pode ser composta de diversos materiais como fibrocimento, telha cerâmica, aço galvanizado, plástico, vidro, concreto armado, manta asfáltica ou outros (GONÇALVES et al., 2006; PALHARES, 2016).A quantidade e qualidade de água captada sofre influência do tipo de revestimento da telha e revestimentos de menor absorção de água resultam em um maior volume de água armazenado, representando um maior coeficiente de escoamento “C”, responsável por considerar as perdas da superfície e, quanto maior seu valor, menores as perdas de água (GONÇALVES et al., 2006; PALHARES, 2016).

Da cobertura, a água é direcionada para as calhas, que podem ser metálicas ou de PVC. Para o aproveitamento pluvial na produção de aves e suínos é aconselhado material de melhor qualidade e durabilidade, que seja resistente à oxidação provocada pelos gases, sendo sugerido assim, o uso de calhas em PVC (PERDOMO;

OLIVEIRA; KUNZ, 2005). Deve-se ressaltar que, a fim de evitar perdas de água por erros de dimensionamento na fase de projeto, o número de saídas da calha deve ser suficiente, deve-se observar a distância cumeeira da cobertura ao beiral, se o ângulo do telhado não é excessivo e, além dessas considerações, devem-se promover manutenções periódicas (PALHARES, 2016).

A área de cobertura é calculada segundo a NBR 10844, onde se encontram descritas as fórmulas utilizadas para considerar as inclinações das superfícies de captação e acréscimos de área (ABNT, 1989). O dimensionamento do sistema de tubulações que conduzem as águas ao reservatório deve atender a norma ABNT NBR 10844/89, tanto para condutores verticais quanto horizontais (ABNT, 1989; GONÇALVES et al., 2006).

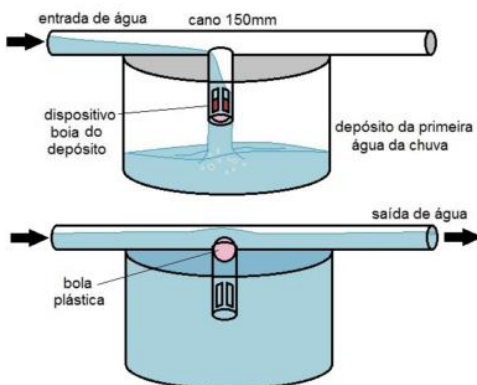
#### **2.2.4 Sistema de tratamento de águas pluviais**

A primeira etapa para reduzir as impurezas consequentes da passagem do precipitado pelo telhado é o descarte das primeiras águas, que consiste em tubulações, reservatórios ou outros dispositivos de autolimpeza que desvie o volume considerado ideal para retenção temporária da água de “lavagem” da atmosfera e dos sólidos carregados com o escoamento inicial pela superfície de captação (GONÇALVES et al., 2006). Para conter a entrada de detritos no sistema de coleta das canaletas, uma alternativa é a utilização de uma grelha como proteção das calhas, porém não evita a passagem de partículas menores, o que exige o uso de filtros para retirada de sólidos (MARINOSKI et al., 2004). Perdomo, Oliveira e Kunz (2005) sugerem uma sequência de processos de tratamento, com vista à dessedentação animal, onde se inicia com o obstáculo físico para retenção do material grosseiro em uma grade de tela fina e, posteriormente, a separação de partículas menores através da sedimentação, passando por pré-filtro com brita para conter o material sólido grosseiro. A etapa seguinte consiste em um filtro lento para a remoção de materiais suspensos, mais finos, e o processo final é a desinfecção, com a função de eliminar micro-organismos patogênicos que possam comprometer a saúde dos animais. Recomenda-se a quantidade de 0,2 ppm de cloro residual para tornar o sistema eficaz (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005).

O desvio das primeiras águas é uma retenção temporária do volume inicial a ser descartado, considerando a água que lava a superfície, ou seja, o desvio de 1,0 L/m<sup>2</sup>, ou 1mm de chuva por metro quadrado, das primeiras águas por metro quadrado de telhado

(GONÇALVES et al., 2006). Oliveira et al. (2012) cita que pode ser adotado  $2\text{mm}/\text{m}^2$  de superfície de cobertura a ser captada e o volume do reservatório de primeiras águas é calculado através do produto da área de cobertura pelos 2 mm de precipitação, estimado como o volume necessário a limpeza. A Figura 3 mostra a dinâmica de um sistema de descarte das primeiras águas da chuva.

**Figura 3** – Reservatório de descarte das primeiras águas e dispositivo de segurança para evitar retorno de água (bola plástica).

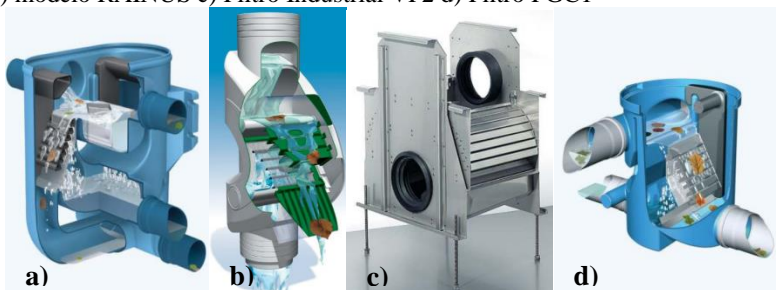


**Fonte:** Alexandre Matthiensen /Embrapa apud Oliveira et al. (2012).

A filtração é um processo essencial para remover os sólidos em suspensão que são carregados ao passar pelos telhados e consiste em um processo que afasta a parte sólida do líquido através da retenção deste em meio poroso. Podem ocorrer fenômenos físicos, químicos ou até biológicos no processo de separação das impurezas e diferem-se pelo tipo do material filtrante e características do modelo do filtro (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005)

O pré-filtro é o primeiro integrante do processo de filtragem e essencial na limpeza preliminar do material em suspensão e pode ter o material filtrante composto de cascalho rolado ou brita, com estrutura em fibra de vidro, concreto, PVC ou alvenaria (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005; OLIVEIRA et al., 2012). Quando o aproveitamento pluvial é para fins domésticos sem exigência de qualidade, não é necessário outros filtros e os modelos disponíveis no mercado variam de acordo com a área de captação e podem ser comerciais ou artesanais (OLIVEIRA et al., 2012). A Figura 4 apresenta alguns exemplos dos modelos de pré-filtro disponíveis no mercado.

**Figura 4** – Modelos de pré-filtro disponíveis no mercado. a) Twin Filter; b) modelo RAINUS c) Filtro Industrial VF2 d) Filtro FGC1



**Fonte:** Associação Nacional Para a Qualidade das Instalações prediais, ANQIP (2008)

Quando usado para finalidades mais exigentes, a água deve passar para um sistema de filtros antes de adentrar na cisterna. Os filtros diferem-se pela velocidade da água que passa por eles e como a precipitação pode gerar grande vazão. Diante do exposto, o filtro sugerido para esse sistema é o filtro rápido, composto de uma combinação de camadas de material filtrante e até mesmo telhas metálicas. As camadas são de porosidades diferentes e é comum a utilização de um material pouco poroso (areia grossa ou pedra britada) e um meio mais poroso que permita maiores taxas de filtração (areia média a fina) envolta por caixas de fibra de vidro (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005; OLIVEIRA et al., 2012). Um exemplo de um filtro rápido comercial está apresentado na Figura 5.

**Figura 5** – Filtro rápido comercial



**Fonte:** JOJACO. Acesso em 01. Jun. 2018

Um parâmetro importante a definir no dimensionamento do filtro é taxa de filtração, valor que considera a precipitação, o consumo de água na granja, a carga hidráulica e o tipo do meio filtrante. AABNT - NBR 11799 (1990) fixa seus limites, que podem variar de 180m<sup>3</sup>/dia (filtros de camada simples) a 360m<sup>3</sup>/dia (filtro de dupla camada). O material poroso do filtro é subdividido em camada filtrante e camada suporte e quando apresenta-se com dupla camada, é geralmente utilizado pedrisco e areia. A altura do meio filtrante pode variar de 0,6 a 0,8m para filtro unicamente de areia e, para filtro de areia e brita, podendo a areia variar de 0,15 a 0,30m e a brita de 0,45 a 0,70m. A lâmina d'água sobre o material filtrante pode variar de 1,4 a 1,8m para areia e 1,8 a 1,6m para areia e pedrisco (ABNT, 1990; PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005).

### 2.2.5 Sistema de armazenagem de águas pluviais

O reservatório responsável por armazenar águas pluviais para reuso é conhecido como cisterna, modelo que pode ser quadrado, retangular, cilíndrico, cônico ou em tubos de PVC. Este deve ser vedado para evitar a entrada de insetos, impurezas, como poeiras e matéria orgânica, e demais animais que possam interferir na qualidade da água. Esse compartimento pode ser construído em fibra de vidro, lonas de PEAD, alvenaria, concreto armado, ferrocimento, entre outros, porém, há opções mais adequadas a cada necessidade e, na generalidade, a construção em alvenaria sofre com fissuras e rachaduras recorrentes. Para um volume de armazenamento elevado são indicadas cisternas de

PVC, PEAD ou concreto armado e, para pequenos volumes, é sugerido o uso de materiais como fibra de vidro e alvenaria (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005; OLIVEIRA et al., 2012; PALHARES, 2016). Exemplos de cisternas para os diferentes tipos de materiais podem ser observados na Figura 6.

**Figura 6** – Exemplos dos tipos de cisternas para os diferentes materiais. a) PVC b) concreto armado c) Fibra de vidro e d) PEAD



**Fonte:** adaptada de Oliveira et al. (2012)

O posicionamento das cisternas pode ser escolhido de acordo com a viabilidade do local a ser instalado o sistema, podendo se apresentar de algumas formas: enterrada, semienterrada, apoiada sob a superfície ou elevada e existindo casos em que a capacidade de sustentação do solo deve ser avaliada, a fim de fornecer estabilidade sob a pressão da estrutura (PALHARES, 2016). A cisterna apoiada é mais propensa a sofrer alterações quanto à temperatura na água, devido a raios solares, e criar um ambiente mais favorável à proliferação de



microrganismos, portanto, deve haver cuidados quanto a sua instalação e ser protegido da incidência solar (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005; OLIVEIRA et al., 2012). Na Tabela 3 pode ser visto uma comparação entre os materiais empregados para cisternas e suas características e cuidados.

**Tabela 3** – Características dos diferentes tipos de materiais para cisterna.

<b>Material</b>	<b>Características</b>	<b>Cuidados</b>
<b>PLÁSTICO</b>		
<b>Galão</b>	Disponível no mercado e de baixo custo.	Utilizar somente novos.
<b>Fibra</b>	Disponível no comércio, modificável e móvel.	Deve estar assentada em piso liso, contínuo e ao nível do chão.
<b>Polietileno/ Polipropileno</b>	Disponível no comércio, modificável e móvel.	Degradável pelos raios ultravioletas. Deve ser pintado ou colorido.
<b>METAL</b>		
<b>Tambores de aço</b>	Disponível no comércio, modificável e móvel	Verificar uso com produtos tóxicos. Susceptíveis à corrosão e ferrugem
<b>Tanques galvanizados</b>	Disponível no comércio, modificável e móvel	Susceptíveis à corrosão e ferrugem
<b>CONCRETO E ALVENARIA:</b>		
<b>Ferrocimento e Blocos de concreto</b>	Durável e imóvel	Potencial para rachaduras e falhas
<b>MADEIRA</b>		
<b>Madeira</b>	Estética atrativa, durável e móvel	Alto custo

**Fonte:** adaptado de Texas Development Board (2005) apud Palhares (2016).

Entre os custos totais do sistema de aproveitamento de água de chuva, o reservatório é o item mais oneroso entre seus componentes, representando de 50 a 85% do valor total, pelo que o seu dimensionamento deve ser feito de maneira criteriosa (THOMAS, 2001; PALHARES, 2016). É necessário observar as condições existentes em cada ambiente de estudo para dimensionar a cisterna, como o índice pluviométrico e o coeficiente de escoamento superficial (C), que,

associados à área de captação disponível, influenciam no volume de água a ser armazenado (OLIVEIRA et al., 2006). Para o cálculo do volume reservado existem diferentes métodos, como os apresentados na norma brasileira NBR 15527/2007 (ABNT, 2007), que dispõe sobre as características para aproveitamento pluvial em áreas urbanas com fins não potáveis por captação em cobertura. Os métodos que utilizam séries históricas e variações de acordo com as características locais, como os períodos de estiagem, resultam em valores mais precisos (PALHARES, 2016), porém, para saber o potencial de captação de determinada cobertura pode ser usada a Equação (1) (ABNT, 2007).

$$V = A \times P \times C \times \eta_{\text{fator de captação}} \quad (1)$$

Onde:

V = volume de água de chuva a ser captado (m<sup>3</sup>), A = área do telhado (m<sup>2</sup>), P = precipitação anual na região (m/ano), C = coeficiente de escoamento.

O coeficiente de escoamento (C), ou “coeficiente de Runoff”, é calculado pela razão entre o volume de água escoado superficialmente e o total de água precipitado, utilizado para quantificar a reserva de água. Esse coeficiente representa as perdas que ocorrem durante o escoamento e estas referem-se à evaporação, à absorção de água pela superfície, entre outros fatores, sendo os materiais selecionados e a inclinação do telhado itens, também, a serem considerados (GONÇALVES et al., 2006).

Um dos métodos de dimensionamento do volume de cisterna descritos na NBR 15527 sugere adotar C=0,8 (ABNT, 2007), número também citado para o caso do Brasil, por Tomaz (2003), valor que reflete em aproximadamente 20% da água que atinge a superfície.

A escolha do método deve ser embasada nas características da região do projeto a ser desenvolvido e, com o regime de precipitação. Estudos comparativos entre eles mostram que, com a variação de dados de entrada, os métodos divergem em seus resultados, assim julga-se que alguns deles sejam imprecisos para determinada situação e adequados a outras (RUPP et al., 2011; AMORIM; PEREIRA, 2008; MIERZWA et al., 2007). Um estudo comparativo dos métodos de cálculo da NBR 15527, para a reserva necessária a água pluvial, foi realizado por Ruppert al.(2011). Os autores observaram que o uso de um método inadequado para a precipitação local pode subdimensionar ou superdimensionar o seu tamanho.

### 2.2.5.1 Métodos de dimensionamento do reservatório de águas pluviais

#### **Método de Rippl**

O método de Rippl, também chamado como Método do Diagrama de Massas, foi desenvolvido nas últimas décadas do século XIX, sendo considerado de fácil aplicação e um dos métodos mais utilizados, segundo Tomaz (2011). Segundo o autor, a base de dados para utilização do método são séries históricas ou sintéticas que devem ser longas para melhor aplicação, podendo ser resolvido com demanda constante ou variável e o resultado geralmente mostra o valor extremo do volume do reservatório a fim de conhecermos o ponto crítico.

Os dados podem ser manipulados de forma analítica ou gráfica e o procedimento gráfico que utiliza os volumes médios mensais acumulados no tempo ao longo de um ano hidrológico (DORNELLES; TASSI; GOLDENFUM, 2012).

O método analítico utiliza dados de entrada de precipitação diária ou mensal em milímetros, suas demandas em volume (V), a área de coleta (A), o coeficiente de escoamento superficial ou Coeficiente de Runoff (C) e a eficiência do sistema de captação (n) (relacionada aos equipamentos associados como filtros). Esses dados são analisados em uma tabela e obtém-se o *volume aproveitável*, ou seja, o maior volume que pode ser captado em um mês. É resultado analítico também a *diferença acumulada* e o *volume do reservatório de água pluvial*, pela soma das diferenças negativas do volume precipitado e da demanda (AMORIM; PEREIRA, 2008).

#### **Método dos Dias Consecutivos sem Chuva**

Outro método utilizado é o “Método dos Dias Consecutivos sem Chuva”. Esse método funciona por observação de séries históricas dos maiores períodos consecutivos sem valores pluviométricos e quanto se repetem nos anos, ou seja, a taxa de repetição. O mínimo volume do reservatório é obtido pelo produto do número de dias consecutivos sem chuva pelo consumo diário de água pluvial em volume (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Uma das dificuldades do método é a incerteza sobre a ausência de dados na série analisada, se é devido a períodos sem chuva ou da ausência de registro.

#### **Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta**

O Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta, ao contrário dos processos anteriores que se obtém um volume a partir de dados iniciais, neste método o volume da cisterna é fixado e faz-se uma análise do consumo percentual que atende essa capacidade. Quanto maior o período sequencial de anos considerados na análise, maiores chances de observar situações anormais como a existência de estiagens.

A simulação começa com o volume completo do reservatório, representado com valor zero e enquanto o balanço feito com os dados de precipitação local se mantiver positivo, o volume permanece representado como reservatório cheio até que apareçam déficits (valores negativos) que, então, tem seus valores apresentados e são mantidos. O volume final mínimo do reservatório será do menor déficit encontrado (ABNT, 2007). A Equação (2) apresenta a fórmula de cálculo do volume do reservatório.

$$S(i+1) = S_i + A \cdot P_i - D_i \quad (2)$$

Onde,

S = volume de água no reservatório (litro); P = precipitação (mm); A = área de coleta de água de chuva (m<sup>2</sup>); D= demanda (litro); i = indexador temporal (dia ou mês)

## 2.3 SISTEMA DE EFLUENTES SUÍNOS

### 2.3.1 Geração de dejetos suínos

A geração de dejetos animais na suinocultura e seu volume dependem de diversos fatores como: a quantidade de suínos, suas características físicas, químicas e biológicas, os tipos de instalações e sistema de limpeza, os tipos de bebedouros e comedouros e os desperdícios associados a estes (PERDOMO, 2000).

Segundo Pieper (2006) dejetos suínos são compostos de urina e fezes animais, desperdícios líquidos da dessedentação, restos sólidos dos desperdícios em comedouros e a água residual da limpeza das instalações. Conhecer o volume de dejetos nas instalações suinícolas permite o adequado dimensionamento e manejo dos sistemas de coleta, transporte e tratamento de dejetos para disposição final adequada, seja na agricultura, seja com qualidade adequada à outra fonte.

No estado de Santa Catarina, quem estabelece os parâmetros de projeto a serem considerados em processos de licenciamento ambiental referentes às atividades suinícolas é a Fundação do Meio Ambiente (FATMA) através da Instrução Normativa nº 11 (FATMA, 2014). Neste documento é apresentada a Tabela 4, referente aos volumes de dejetos em diferentes sistemas de produção.

**Tabela 4** - Volume diário de dejetos líquidos (Litros/animal/dia) produzido em sistemas especializados de produção de suínos no Estado de Santa Catarina.

<b>Modelos de Sistema de Produção de Suínos</b>	<b>Massa suínos (kg)</b>	<b>Volume Dejetos (L/animal/dia)</b>
Ciclo Completo (CC)	-	47,1*
Unidade de Produção de Leitões (UPL)	-	22,8*
Unidade de Produção de Desmamados (UPD)		16,2*
Crechários (CR)	6 - 28	2,3
Unidade de Terminação (UT)	23 - 120	4,5

\*Consumo de água por matriz do modelo de sistema de produção.

**Fonte:** Fundação do Meio Ambiente (2014).

Tavares (2016) apresenta dados recentes da produção de dejetos referentes às fases produtivas de suínos em crescimento-terminação e leitões na creche (Tabela 5). O cenário de estudo foi uma seleção de granjas comerciais no Oeste Catarinense, onde os dejetos coletados por

canaletas eram diariamente evacuados para caixas de fibra de vidro para medida de seus volumes. A coleta de dados foi feita semanalmente a fim de evitar erros de estimativa.

**Tabela 5** – Volumes de dejetos produzidos nas fases produtivas de creche e crescimento-terminação para o período integral da pesquisa.

Fase Fisiológica	n <sup>†</sup>	Média	$\sigma$ <sup>‡</sup>	Máx.	Mín.
		(L·suíno-1 ·d-1 )			
<sub>5</sub> CR <sup>§1</sup>	32	1,59	0,6	3,03	0,62
<sub>10</sub> CT <sup>§2</sup>	33	4,15	0,78	5,9	2,63
<sub>15</sub> CT <sup>§2</sup>	28	1,46	0,82	6,24	2,93

† Ciclos de produção avaliados;‡ Desvio padrão;

§1 Creche para t=5 semanas (5CR)

§2 Crescimento-terminação para t=10 (10CT) e 15 semanas (15CT).

Fonte: Tavares (2016).

Outra referência sugere que a condição térmica do ambiente interfere na quantidade de urina gerada e, conseqüentemente, na quantidade de dejetos coletados (GOULART, 1997). Sendo assim, Oliveira (1993) cita que 0,6 L de urina são produzidos a cada litro de água consumido. Como a dessedentação, o tipo de ração utilizada e meio de alimentação também reflete no volume de dejetos e, de acordo com Lima (1996), com o aumento de 5%(de 85 para 90%) da capacidade digestiva da matéria contida na ração, pode ter redução de cerca de 30% das fezes que formarão os dejetos.

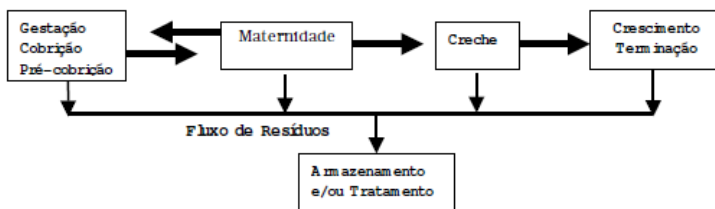
A lavagem dos dejetos nas baias é geralmente realizada com máquinas de jato de água de alta vazão e baixa pressão, uma técnica que usa quantidade de água acima do necessário e pode implicar em conseqüências desagradáveis ao produtor e ao manejo de dejetos como:

- ◆ Desperdício de água.
- ◆ Baixa da qualidade dos dejetos pela incorporação da água e conseqüente inviabilidade econômica como fertilizante orgânico.
- ◆ Os dejetos podem atingir paredes e superfícies antes limpas.
- ◆ Proliferação de vetores prejudiciais à saúde animal e humana.
- ◆ Geração de odores.

### 2.3.2 Manejo de efluentes

O manejo adequado e planejado de efluentes em edificações de produção suinícola é essencial ao bom armazenamento e tratamento para destinação adequada, bem como otimização do processo sem gerar fragilidades econômicas ou ambientais (OLIVEIRA et al., 2006). A Figura 7 representa uma recomendação do fluxo de resíduos em produção de ciclo completo.

**Figura 7** – Fluxograma recomendado na produção suinícola para otimizar o manejo de animais, os efluentes e fluxos.



**Fonte:** Oliveira et al., 2006.

Nos sistemas convencionais há duas possibilidades de manejo de dejetos, interno ou externo a edificação e, de maneira geral, os animais estão sobre superfícies com ripas, permitindo o escoamento dos dejetos para uma área de coleta. O fundo é inclinado e direciona o volume as canaletas, que são comumente dispostas externas a construção, as tornando vulneráveis à interferência de fatores como intempéries e proliferação de vetores, sendo, portanto, uma das causas fundamentais da pouca qualidade dos dejetos (OLIVEIRA et al., 2006).

O excesso de água é um dos fatores responsáveis por prejudicar a qualidade dos dejetos, provido de desperdícios por bebedouros inadequados, da água de limpeza das baias e, com grande relevância quantitativa, de águas pluviais quando a drenagem é inadequada (OLIVEIRA et al., 2006). A baixa concentração de nutrientes resultante desse excesso líquido torna o aproveitamento econômico do resíduo como fertilizante orgânico inviável, gera desperdício de água, muitas vezes potável, e exige maiores estruturas para armazenamento e transporte de dejetos, o que implica em aumento de custos (OLIVEIRA, 2004).

Portanto, segundo Oliveira et al. (2006) essa deficiência recorrente nos sistemas de produção suinícolas está relacionada as falhas

e faltas de planejamento técnico nas estruturas de captação, condução e armazenamento desses efluentes, bem como de fluxos inadequados.

A fim de promover um manejo adequado de resíduos e gerar menos desperdícios, algumas sugestões podem ser adotadas:

- ◆ Reduzir excessos de água na limpeza das baias por limpeza mecânica através da raspagem, seguida de jatos de alta pressão (quando necessário) (OLIVEIRA et al., 2006).
- ◆ A drenagem da água pluvial é uma solução para as infiltrações de água da chuva nos compartimentos de armazenagem de dejetos e para incentivar o uso sustentável, essa água, quando captada em calhas, pode ser armazenada em cisternas e abastecer usos tanto não potáveis, quanto potáveis se aplicado tratamento adequado (OLIVEIRA et al., 2006).

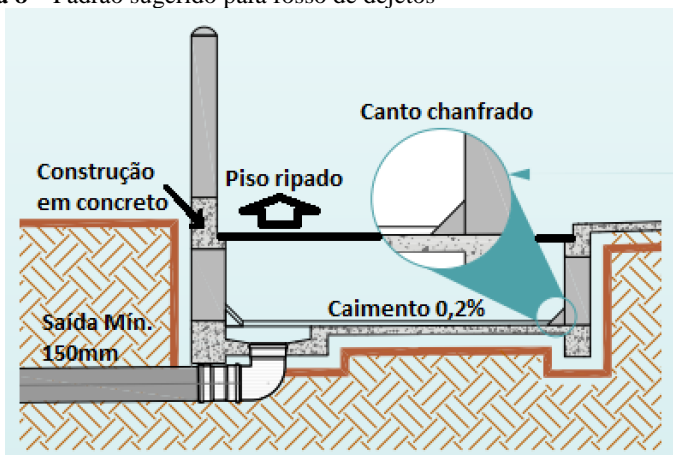
### 2.3.3 Sistema de escoamento de dejetos

Entre os fatores que influenciam na escolha do sistema de escoamento dos dejetos está a definição do tipo de piso utilizado sob os animais. Existem os pisos compactos e os pisos ripados e entre eles variações da porcentagem de cobertura, por exemplo, o ripado pode ser total ou parcialmente ripado (OLIVEIRA et al., 2006; SOUZA et al. 2016). O galpão de Crescimento-terminação onde o aparecimento do piso compacto é predominante e pode ser associados com sistemas providos de caixas de passagem, canaletas cobertas ou descobertas(SOUZA et al., 2016). Os pisos ripados foram desenvolvidos com o intuito de obter um sistema eficiente de coleta de dejetos nas instalações suinícolas, bem como para facilitar os serviços dos trabalhadores na raspagem de esterco, e vem sendo amplamente utilizados. Assim, evita-se desperdiçar o material orgânico defecado dos animais e tem-se o aproveitamento integral deste para futuro manejo e utilização como fertilizantes (OLIVEIRA et al., 2006). Atualmente é recomendado uma cobertura mínima de 50% da área sob os suínos de piso vazado e sob encontra-se uma canaleta interna para escoamento dos resíduos por gravidade (SOUZA et al., 2016). Os dejetos, quando coletados sob os pisos vazados, são associados a um local de armazenagem dos resíduos animais nos galpões de produção, como tanques ou canais de armazenamento. Os dejetos caem sob fosso de coleta (Figura 8) e este deve bastante liso, ter inclinação de 0,2%, não muito elevada para que acumule água e evite mau cheiro, cantos chanfrados para evitar acúmulo de esterco, e promover limpeza e uma saída a cada, pelo menos, 12m. O diâmetro de saída deve ser no mínimo de 150mm e pode seguir a tanque de armazenagem de dejetos, utilizado



como etapa de separação entre sólidos e líquidos e, até que sejam transferidos a outro local. A transferência para as esterqueiras ou outros sistemas de tratamento pode ser feita por via mecânica ou gravitacional (OLIVEIRA et al., 2006).

**Figura 8** – Padrão sugerido para fosso de dejetos



**Fonte:** Adaptada de Souza et al. (2016)

De acordo com recomendações da EMBRAPA (OLIVEIRA et al, 2006), o sistema coletor de dejetos deve ser mantido com líquido suficiente para evitar proliferação de larvas de moscas no esterco, composto de urina e desperdício de bebedouros.

## 2.4 SISTEMA DE EFLUENTES SANITÁRIOS

O sistema de esgoto predial tem como princípio reunir e direcionar os efluentes coletados na edificação a um destino adequado. Esse sistema é subdividido em aparelhos sanitários, desconectores – como a caixa sifonada –, ramais de descarga, ramais de esgoto, tubos de queda, subcoletores, coletores prediais e outros dispositivos complementares (ABNT, 1999). Os ramais de descarga são as tubulações conectadas diretamente ao aparelho sanitário e os ramais de esgoto aquelas que recebem esses efluentes, tanto por desconectores, como a caixa sifonada, ou de forma direta (ABNT, 1999). Os componentes complementares são as caixas de gordura, caixas de inspeção, poções de visita, entre outros que venham a complementar o sistema.

O sistema de esgoto sanitário pode ser dimensionado pelo método das unidades Hunter de contribuição (UHC), conforme estabelecido pela NBR8160/99. Cada aparelho sanitário responde por uma quantidade de UHC e as tubulações que recebem essas contribuições são escolhidas de acordo com o número de unidades que seus diâmetros suportam. A Tabela 6 apresenta o número de unidades Hunter de contribuição por aparelho sanitário e os diâmetros dos ramais de descarga conectados a eles. A Tabela 7 apresenta como dimensionar os ramais de esgoto e a capacidade de suporte de cada tubulação e da caixa sifonada.

Continua...

**Tabela 6** – Número de Unidades Hunter de Contribuição (UHC) por aparelho sanitário e diâmetro dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		DN - ramal de descarga	UH C
bacia sanitária		100	6
banheira		40	2
bebedouro		40	0,5
bidê		40	1
chuveiro	residencial	40	2
	coletivo	40	4
lavatório	residencial	40	1
	geral	40	2
Mictório	válvula de descarga	75	6
	caixa de descarga	50	5
	descarga automática	40	2
	de calha	50	2

Pia de cozinha residencial		50	3
pia de cozinha	preparação	50	3
industrial	lavagem de panelas	50	4
Tanque de lavar roupas		40	3
Máquina de lavar louças		50	2
Maquina de lavar roupas		50	3

**Fonte:** adaptada de ABNT (1999).

**Tabela 7** – Dimensionamento dos ramais de esgoto

<b>Ramais de esgoto</b>	
Diâmetro nominal mínimo <b>DN</b>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição <b>UHC</b>
40	3
50	6
75	20
100	160
<b>Caixa Sifonada</b>	
<b>DN</b>	<b>UHC</b>
40	3
50	6
75	20
100	160

**Fonte:** adaptada de ABNT (1999).

A fim de evitar a ruptura dos fechos hídricos por aspiração ou compressão e também para que os gases emanados dos coletores sejam encaminhados para a atmosfera, deve ser previsto um sistema de ventilação para os trechos de esgoto primário proveniente de desconectores e despejos de vasos sanitários. O dimensionamento da tubulação de ventilação pode ser feito embasado nas distâncias máximas da conexão da ventilação a um desconector e de acordo com o diâmetro dos ramais onde será conectada, ambos os dados apresentados pela ABNT (1999) em tabela contida na NBR 8610/99.

Deve ser previsto tubo de queda e caixa de gordura, separadamente, para os esgotamentos da cuba da cozinha e dos

vestiários (ABNT, 1999). Os efluentes provindos de máquinas de lavar roupas ou tanques devem passar por caixa sifonada especial.

A inclinação mínima dos ramais de descarga e esgoto são recomendadas pela NBR 8160/99 como 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 e de 1% para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100 (ABNT, 1999).

## 2.5 ESTUDO ECONÔMICO

Entre os itens onerosos do sistema de aproveitamento de água da chuva está a cisterna e o dimensionamento impreciso deste elemento pode impactar o custo final, reduzir sua vantagem econômica e influenciar o tempo de retorno de investimento. Gastos inesperados ou consequências negativas das baixas eficiências que se depara pelo subdimensionamento do reservatório prejudica a confiabilidade do sistema (RUPP et al., 2011). Além disso, o tipo de material utilizado no sistema também deve ser considerado e tem influência sob o valor de investimento e manutenção.

Existem diversos métodos para avaliar economicamente um investimento. Como referência, existe o método do Valor Presente Líquido (VPL), considerado o melhor para se avaliar projetos de investimentos (JAFJE et al., 2008). O VPL traz o valor a ser ganho durante o período de análise para o presente, realizando comparação com os valores iniciais de entrada de caixa e a saída a uma taxa de desconto (REBELATTO, 2004). Essa taxa é chamada Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e a partir dela traz-se os valores futuros de retornos esperados ao valor presente, gerando um método de comparação do valor total investido aos futuros ganhos ao mesmo instante (instante zero) (BILIAN; BROM, 2007). Um VPL maior ou igual a zero reflete em viabilidade do empreendimento.

A taxa mínima de atratividade (TMA) é estabelecida embasada na remuneração dos capitais investidos, e corresponde ao retorno mínimo que o investidor aceitaria, ou seja, se o investimento ficar abaixo desse valor, torna-se uma desvantagem (CASAROTTO; KOPITTKE, 1994; BALIAN; BROM, 2007). A TMA representa a taxa de juros, a partir da qual o investidor começa a ter vantagens com o ganho financeiro do projeto ou empreendimento em questão (CASAROTTO; KOPITTKE, 1994). No Brasil a TMA é representada pelo Índice de Preços do Consumidor (IPCA) e remete a inflação do país, baseado nas despesas dos diversos setores da sociedade. (TORORADAR, 2018).

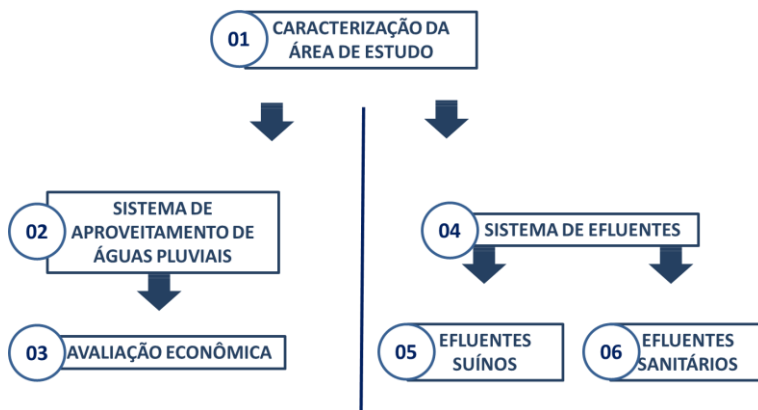
A taxa de juros que zera o VPL do empreendimento é a Taxa Interna de Retorno (TIR). Essa taxa de desconto é utilizada para igualar o valor presente dos benefícios (receita) aos valores presentes dos custos de investimentos do projeto (GOMES, 2009). Comparando-se a TIR com a TMA, pode-se ter uma avaliação da viabilidade do projeto. Quando a TIR é maior que a TMA o investimento pode ser considerado

atrativo e quanto a TIR é menor que a TMA, o investimento torna-se desvantajoso.

### 3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho segue a sequência metodológica expressa na Figura 9.

**Figura 9** – Sequencia metodológica do desenvolvimento do trabalho



**Fonte:** elaborada pela Autora (2018).

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO DE SUINOCULTURA (ues)

O projeto da unidade de ensino de suinocultura (UES), da concepção à operação, tem por objetivo criar um ambiente voltado para a Pesquisa e Extensão multidisciplinar abrangendo diversas áreas de ensino. O presente trabalho se desenvolve em conjunto com professores e pesquisadores dos centros de Engenharia, Zootecnia e Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), recebendo e trocando contribuições a outros 05 trabalhos de graduação do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, citados anteriormente. A concepção deste trabalho tem a premissa de contribuir como exemplo de sustentabilidade em instalações hidráulicas, através do dimensionamento e estudo de alternativas dos sistemas de aproveitamento de água da chuva e sistemas de efluentes, tanto para dejetos quanto para o esgoto sanitário da granja.

O terreno, que compreende uma área de 18.700 m<sup>2</sup>, está localizado na Fazenda Experimental da Ressacada, no bairro Tapera, em Florianópolis, unidade que, desde a década de 80 realiza atividades

direcionadas ao desenvolvimento acadêmico e profissional. O projeto hidráulico é voltado a cinco edificações de pavimento térreo com projeto arquitetônico definido para modelo de produção suinícola de ciclo completo. A operação diária do complexo suinícola constará, em média, com cinco funcionários e um adicional de 20 estudantes uma vez ao mês.

Quatro das construções térreas referem-se ao ciclo produtivo e compreendem: “Galpão de Reprodução e Gestação”, onde as porcas são inseminadas e preparadas para gerar os leitões; “Galpão de Maternidade” onde acontecem os partos e os leitões recebem os primeiros cuidados e permanecem até serem desmamados com aproximadamente 7 a 8 kg; “Galpão de Creche” onde os leitões são encaminhados após a desmama e permanecem até uma média de 23 kg; e por último, “Galpão de Crescimento-Terminação”, onde os su os crescem e se desenvolvem até serem vendidos para abate.

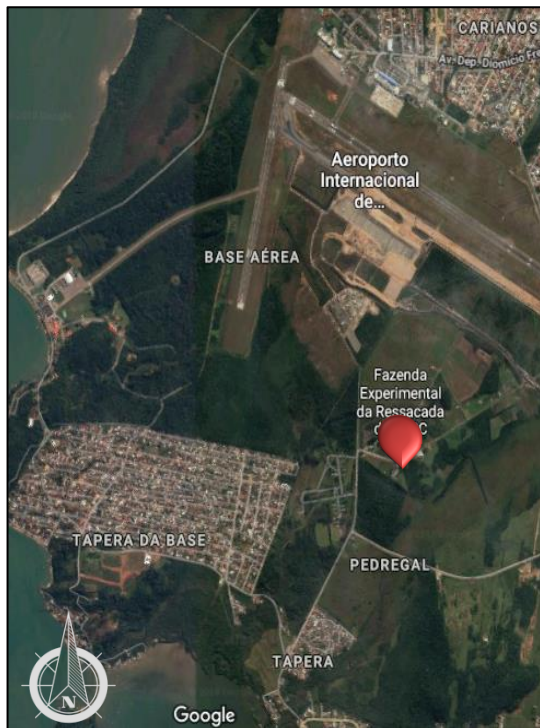
Além da área dos galpões, encontra-se a área dos piquetes, para promoção de espaço para as matrizes em gestação respeitando o conceito de “bem-estar animal”, a área de tratamento de efluentes, que compreende um sistema para tratar os dejetos animais, com biodigestor e composteira, e um sistema de fossa, filtro e wetland para os efluentes domésticos. Adicionalmente poderá ser observada uma composteira para carcaças de animais mortos.

O espaço que compreende o sistema voltado à produção é denominado de “ rea limpa”, ambiente considerado livre de agentes infecciosos. Para adentrar nesse local   necessário duchas higienizadoras, contidas em estrutura de acesso ao galpão, a “Casa de Apoio e Acesso”. Essa estrutura é composta de escritório, depósito de materiais e ração, sala de recepção e área de banhos.

O levantamento topográfico da área foi realizado em setembro de 2017 e indicou que o terreno em estudo não possui diferenças significativas nas alturas medidas com a estação total, caracterizando a área, portanto, como plana. A localização do terreno da unidade de ensino e o croqui de locação das estruturas podem ser vistos, respectivamente, na Figura 10 e Figura 11.

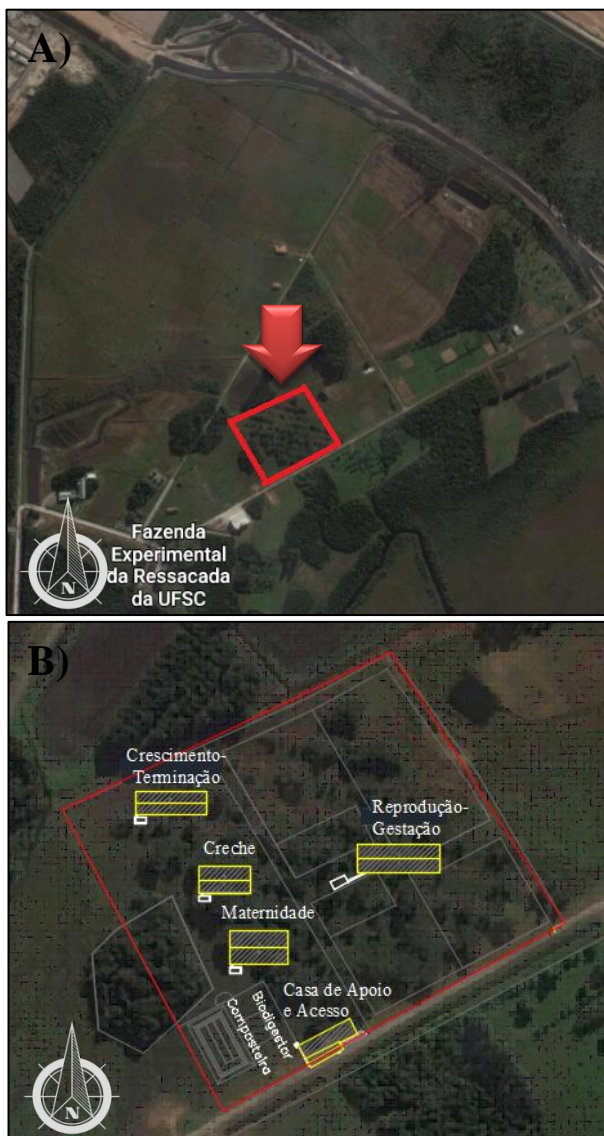
**Figura 10** – Mapa de localização da Fazenda Experimental da Ressacada.





**Fonte:** GOOGLE MAPS (2018).

**Figura 11** – Vistas aéreas da Unidade de Ensino de Suinocultura. A) Fazenda Experimental da Ressacada e localização da UES. B) Localização das estruturas da UES.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

3.1.1 Estruturas

Como entrada principal de acesso à granja, a “Casa de Apoio e Acesso” contém os aparelhos sanitários, a lavanderia, o depósito, local para assuntos administrativos e recepção de convidados com banhos, a fim de evitar contaminação da “área limpa”. A casa possuirá dimensões de 20,72m de comprimento por 8m de largura, uma área construída de aproximadamente 142,5 m<sup>2</sup>. Os aparelhos sanitários que compõe a estrutura estão contabilizados na Tabela 8.

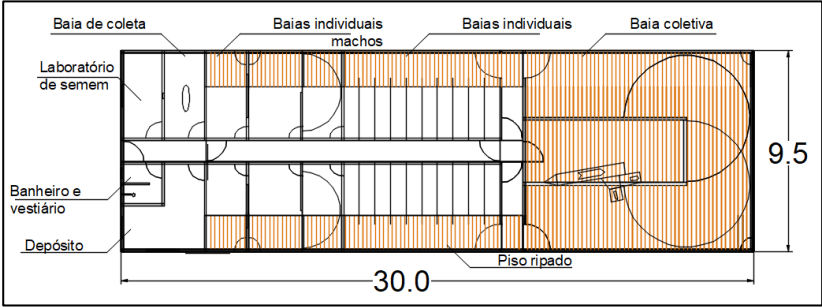
**Tabela 8** – Quantificação dos aparelhos sanitários da Casa de Apoio e Acesso.

Aparelhos Sanitários	Quantidade
Bacia sanitária com caixa acoplada	2
Chuveiros	8
Lavatório	2
Máquina de lavar roupas	1
Pia de cozinha	1
Tanque de lavar roupas	1
Torneira de lavagem geral	1

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

O galpão de reprodução e gestação é o local onde estão os machos, matrizes a serem inseminadas e as reposição caso alguma perca a sua capacidade reprodutiva. O galpão compreenderá baias coletivas e baias individuais, compondo uma área construída de 285 m<sup>2</sup>, com 30m de comprimento e 9,5m de largura. O piso será ripado em aproximadamente 40% da área das baias individuais e em toda área da baia coletiva, como pode ser visto na Figura 12.

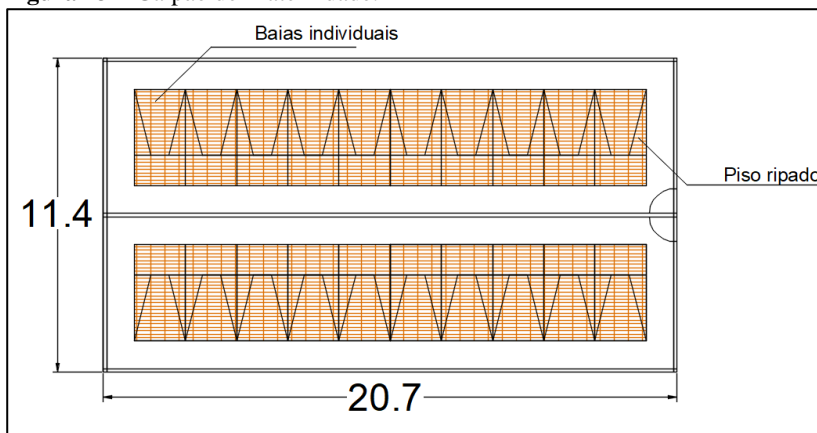
**Figura 12** – Galpão de Reprodução e Gestação.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

O galpão de maternidade terá uma área construída de 243,90 m<sup>2</sup> com dimensões de 20,75m por 11,76m. As matrizes permanecerão por 35 dias, período este compreendendo sete dias antes do parto e 28 dias de lactação até ao desmame. Após esse período os leitões passarão para a creche e as matrizes regressarão ao setor de reprodução e gestação. O galpão será dividido em 02 salas, possuindo cada 10 baias, com piso ripado de polipropileno para a coleta de dejetos (Figura 13**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

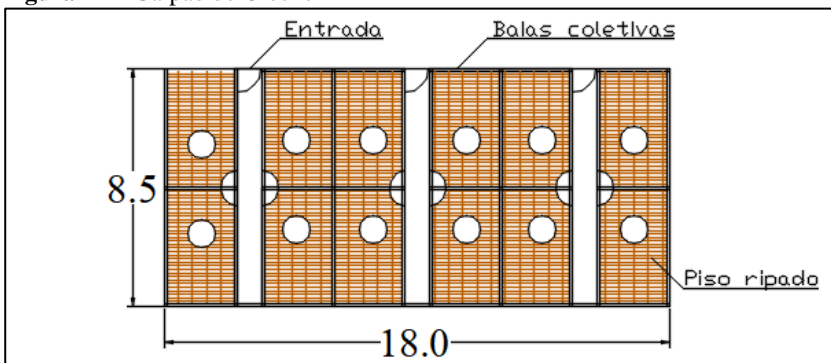
**Figura 13** – Galpão de Maternidade.



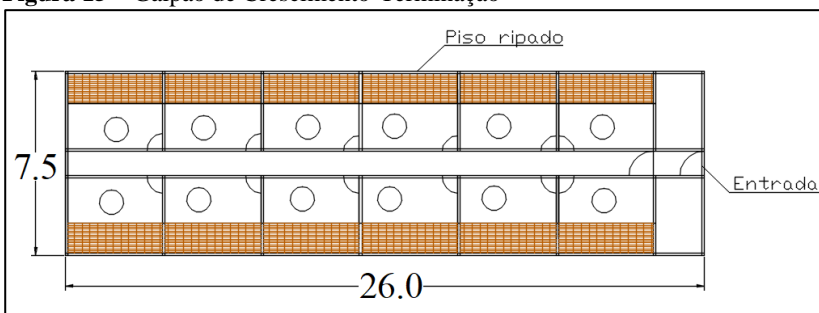
**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

A estrutura da creche será composta por um galpão que terá 3 salas, com capacidade individual para 130 leitões. O galpão terá as dimensões de 18m de comprimento por 8,5m de largura correspondendo a uma área de 153 m<sup>2</sup>. O piso será ripado em todas as baias a fim de permitir o escoamento dos dejetos para a parte interna do galpão, onde contém um fosso. (Figura 14)

O galpão de crescimento-terminação, com uma área construída de 195 m<sup>2</sup> (26mx7,5m) será o local onde os suínos permanecerão na sua fase de desenvolvimento até ao abate. Será composto por 12 baias coletivas com capacidade para 10 animais cada uma, portanto com capacidade para 120 cevados. Além das baias coletivas, consta também com uma baia de monitoramento e pesagem dos animais e uma sala para estoque de materiais para cuidados animais (Figura 15).

**Figura 14** – Galpão de Creche

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Figura 15** – Galpão de Crescimento-Terminação

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

Também na área suja da granja, à esquerda da entrada da casa de apoio e acesso (Figura 16) estará o sistema de tratamento de efluentes sanitários e o sistema de tratamento de dejetos animais.

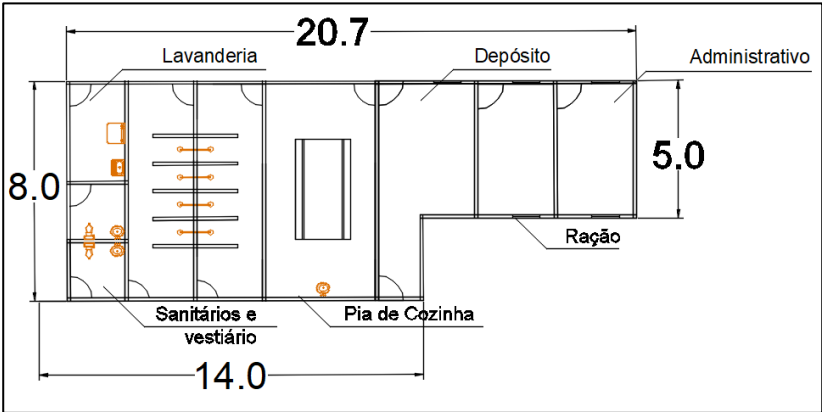
O Quadro 1 apresenta o resumo das características das edificações importantes a esse trabalho, como as áreas construídas de cada galpão e o número de integrantes de cada estrutura que serão contabilizados nos futuros cálculos de consumo de água e geração de efluentes.

**Quadro 1** – Resumo das características das estruturas da UES.

Estrutura	Integrantes	Área construída (m²)	Dimensões (m)
Casa de Apoio e Acesso	05 funcionários 01 turma de 20 alunos/mês	142,48	8m x 12,96m 5m x 7,76m
Reprodução e Gestaão	40 matrizes 02 machos 06 animais de reposição	285,00	30m x 9,5m
Maternidade	20 matrizes em lactação	235,61	20,74m x 11,36m
Creche	130 leitões	153,00	18m x 8,5m
Crescimento-Terminação	120 cevados	195,00	26m x 7,5m
Total		1.011,09	

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Figura 16** – Unidade Casa de Apoio de Acesso.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

### 3.2 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

A concepção do projeto para o sistema de aproveitamento de água da chuva foi fundamentada nos parâmetros de dimensionamento

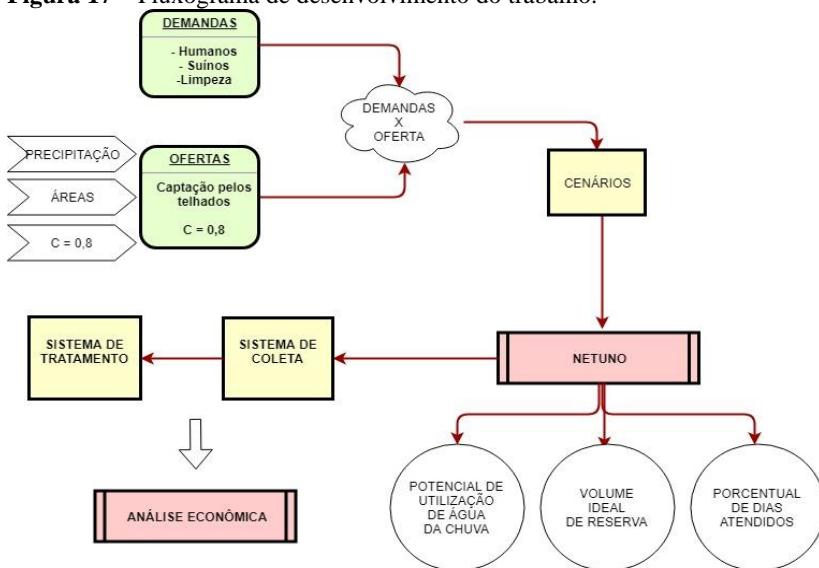
das normas da ABNT NBR 10844/1989, que trata sobre Instalações Prediais de Águas Pluviais (ABNT, 1989), e NBR 15527/2007, sobre o aproveitamento da água de chuva pela captação em coberturas em áreas urbanas (ABNT, 2007), e demais referências bibliográficas citadas neste trabalho.

A demanda de água pluvial para o modelo estipulado é equivalente ao consumo total da edificação, tanto para usos potáveis quanto não potáveis, escolha realizada a fim de alcançar o conceito de unidade sustentável, onde se busca ter o máximo aproveitamento pluvial para maximizar a redução do uso de água da rede pública de abastecimento. O objetivo foi definir a melhor estratégia com o mínimo de itens de coleta, tratamento e reserva pluvial, visando otimizar a operação, manutenção e os custos do sistema.

A primeira etapa do desenvolvimento do projeto foi a quantificação da demanda e da oferta de água na granja, com o propósito de obter uma primeira análise de viabilidade e desenvolver os primeiros traçados e cenários a serem avaliados no programa NETUNO®, que será uma ferramenta para encontrar o volume ideal da reserva de água da chuva e, com esses dados, a viabilidade econômica. Em seguida, será dimensionada cada etapa do sistema de aproveitamento pluvial, iniciando pelo sistema de coleta (calhas e condutores), seguido pelo tratamento, seja ele físico ou químico, e finalizando-se pela determinação do volume da cisterna.

Um fluxograma dos processos de desenvolvimento desse trabalho está apresentado na Figura 17.

**Figura 17** – Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

### 3.2.1 Demanda de água

A demanda de água para o aproveitamento pluvial foi calculada a partir de planilha fornecida pela equipe de projeto, disponível no Anexo C. onde constam os consumos de água discriminados por aparelho sanitário, instalações, por limpeza e outros usos, em cada unidade da granja.

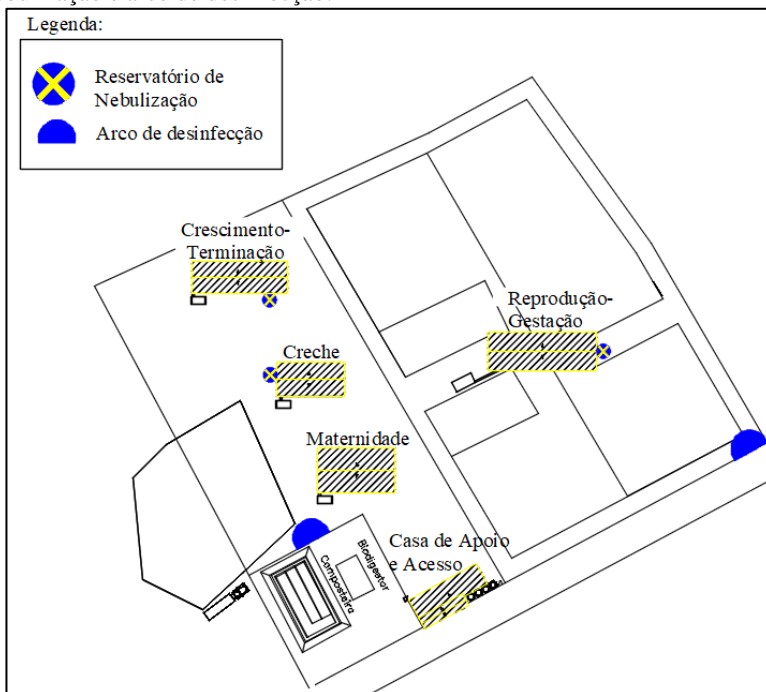
As demandas e consumos da unidade suinícola, separados em suas estruturas e instalações, foram subdivididos em uso humano, uso animal, demanda pelo sistema de nebulização, demanda pelo sistema de limpeza e consumo pelo arco de desinfecção. Uso humano corresponde a aparelhos sanitários como bacia sanitária, chuveiro, tanque, máquina de lavar roupas e pias; o uso animal aos valores encontrados em bibliografia para cada galpão de produção, somando-se bebedouros a desperdícios. A nebulização será utilizada somente nos meses mais quentes do ano, de dezembro a março, operando através de bombeamento, distinguida por reservatório próprio. O sistema de limpeza corresponde à utilização de máquinas de lavagem a jato, de alta pressão e baixa vazão, utilizadas quando necessário, com a frequência usual de 21 dias. Tratores se movimentarão pela granja e precisarão ser



desinfetados antes de adentrar a área limpa do terreno, passando pelo arco de desinfecção, que também é suprido por bombeamento e reservatório próprio.

A Figura 18 apresenta a localização dos reservatórios que abastecerão os sistemas de nebulização e os arcos de desinfecção.

**Figura 18** – Localização dos reservatórios que abastecem os sistemas de nebulização e arco de desinfecção.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

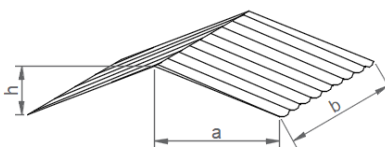
### 3.2.2 Oferta de água pluvial

O cálculo da oferta de água pluvial na UES foi feito através da área de captação nos telhados, dos valores de precipitação em Florianópolis e das características da superfície. Os valores de precipitação serão fornecidos no futuro por órgãos federais, estaduais ou municipais.

As áreas dos galpões foram fornecidas através de plantas arquitetônicas no *software* AutoCAD®, que possibilitou analisar suas

dimensões e, para este projeto, serão utilizados os galpões que proporcionem o melhor arranjo econômico e que se aproxime de atender a integridade do consumo. No cálculo da área de contribuição, devem-se considerar a inclinação da cobertura e possíveis acréscimos, como recomendação da NBR 10.844 (ABNT, 1989). Para a superfície inclinada representada na Figura 19 é utilizada a Equação (3).

**Figura 19** – Variáveis para o cálculo de área de captação, para superfície inclinada.



**Fonte:** adaptada de ABNT (1989).

$$A = \left( a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad (3)$$

Onde,

A: área de contribuição do telhado em m<sup>2</sup>

a: projeção horizontal da largura da água

b: comprimento da água.

h: altura vertical do telhado

Conhecer os parâmetros meteorológicos do local de projeto é essencial para dimensionamento do sistema pluvial. Dentre eles estão os listados abaixo:

- ◆ Duração da precipitação (t): segundo recomendações da NBR 10.844, a duração deve ser firmada em t = 5 minutos (ABNT, 1989).
- ◆ Período de retorno (T): é a quantidade média de anos em que, para o mesmo tempo de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada uma única vez. A escolha do período de retorno da chuva de projeto deve estar relacionada à área de captação e, quanto menor a tolerância de empoçamento, maior deve ser o tempo de retorno escolhido. Para coberturas ou terraços deve ser empregado T = 5 anos (ABNT, 2007).
- ◆ Intensidade Pluviométrica (I): A NBR 10.844 dispõe uma tabela com os valores disponíveis e calculados para diversas

idades brasileiras, entre elas Florianópolis, para o tempo de duração de chuva mínima de 5 min e diferentes tempos de retorno (ABNT, 1989).

Os dados pluviométricos foram coletados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), onde se encontram disponíveis os valores diários e mensais de precipitação de Florianópolis, desde o ano de 1961. Essas séries históricas serão base para o cálculo do volume da cisterna em tópico futuro.

A estação utilizada está localizada na parte continental de Florianópolis, denominada “FLORIANÓPOLIS – SC”, de código OMM 83897, aberta em 01/12/1921, posicionada nas latitudes - 27.6025° e longitude - 48.620278°. Para a confiabilidade dos resultados optou-se por restringir o período da série histórica de 01/01/2002 até 31/12/2018, pois, antes dessa faixa deparou-se com falhas nos dados e períodos sem informações, fato que poderia alterar a confiabilidade dos resultados.

### 3.2.3 Sistema de coleta de águas pluviais

O dimensionamento das calhas e condutores verticais foi realizado através de recomendações da NBR 10.844 (ABNT, 1989) e para definir os parâmetros iniciais verificou-se as características do local em estudo e o aspecto da área de captação. Tais características se referem a fatores meteorológicos como a intensidade pluviométrica do local, o tempo de retorno escolhido e a vazão de projeto, variáveis correlacionadas na Equação (4).

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (4)$$

Onde:

Q é a vazão de projeto ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ );

I: é a intensidade pluviométrica ( $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ );

A: é a área de construção ( $\text{m}^2$ ).

O valor da intensidade pluviométrica utilizado para o cálculo da vazão de projeto foi retirado da tabela da NBR 10.844 (ABNT, 1989) e, para a cidade de Florianópolis, considerando cinco anos de Período de Retorno ( $I=120 \text{ mm/h}$ ). Em virtude de possuírem maior durabilidade, as calhas serão de PVC rígido, de formato semicircular. A mesma norma fornece uma tabela com os diâmetros indicados para calhas

semicirculares com coeficientes de rugosidade  $n = 0,011$  (PVC) para três inclinações diferentes e suas respectivas capacidades, a tabela de referência está contida no Anexo A.

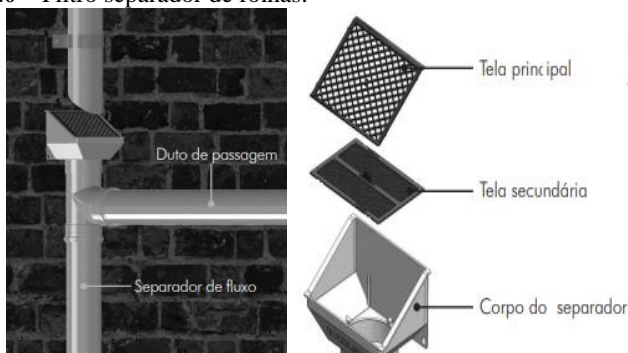
Os condutores verticais serão posicionados na extremidade de caimento de cada calha instalada nas unidades e foram dimensionados a partir do anexo presente na mesma normativa, onde o diâmetro da tubulação é obtido a partir de relação entre o comprimento da tubulação vertical e a vazão de projeto (Q).

### 3.2.4 Sistema de tratamento de águas pluviais

O sistema de tratamento de água da chuva foi escolhido de acordo com a maior exigência em qualidade, ou seja, a dessedentação animal. Neste contexto, a água tratada deve chegar aos padrões de água potável e seguir o preconizado na Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (MS) (BRASIL, 2011).

A primeira etapa será o tratamento físico através da remoção de sólidos grosseiros e consiste no posicionamento de pré-filtros instalados em cada descida pluvial, modelo representado pela Figura 20.

**Figura 20** – Filtro separador de folhas.



**Fonte:** FORTLEV, acesso em 18 Abr. 2018.

As primeiras águas a passarem pelo filtro separador de folhas serão direcionadas a um reservatório de descarte, de polietileno, dimensionado a partir da Equação (5).

$$V_d = A_e \times 0,002 \quad (5)$$

Onde,

Vd: volume dispositivo de descarte primeiros escoamentos ( $\text{m}^3$ );

Ae: área de captação do sistema de aproveitamento de água da chuva da propriedade ( $\text{m}^2$ );

0,002: precipitação descartada recomendada (m) (ABNT, 2007).

O processo ocorre por gravidade até à cisterna e a partir do momento que o reservatório de descarte estiver completo, o dispositivo de conexão em T com bola plástica contida dentro da tubulação impede que as águas retornem, permitindo que o escoamento siga para armazenagem na cisterna, onde a água permanecerá até que seja requisitado o seu uso, como mostra a Figura 21.

**Figura 21** – Esquema representativo da posição do reservatório de descarte de águas pluviais em relação à cisterna.



**Fonte:** adaptada de Zanella, Mariotto e Marchesi (2015).

Na saída da cisterna, em linha com o sistema de recalque ao reservatório superior, será posicionado um filtro rápido, componente que funciona sob pressão à base de elementos filtrantes naturais, como areia e carvão natural, promovendo a remoção de sólidos e a eliminação de gostos e cheiros. Um exemplo da posição do filtro em relação ao sistema de recalque pode ser visto na Figura 22.

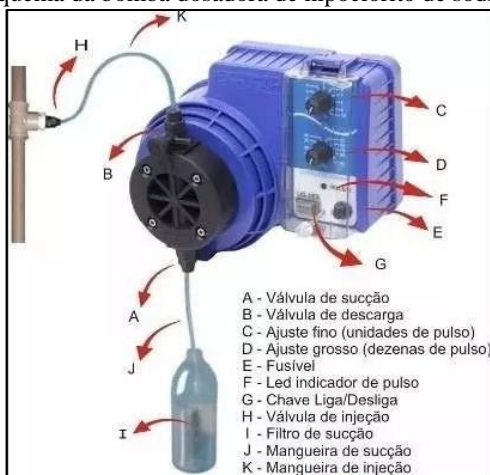
A desinfecção é uma etapa obrigatória aos usos que promovem consumo ou contato direto com a água fornecida e, portanto, deve-se prever sistema que garanta qualidade para a água que chega ao consumidor. Em processos de tratamento de água é comum usar o hipoclorito de sódio empregado como agente desinfetante e, neste trabalho o produto será aplicado através de bomba dosadora de cloro (Figura 23). A bomba é conectada a tubulação que transporta água ao reservatório e estará locada após o filtro.

**Figura 22** – Filtro em linha com a bomba de recalque



**Fonte:** Adaptada de IDEU Tecnologia Ambiental, acesso em 12 Mai. 2018.

**Figura 23** – Esquema da bomba dosadora de hipoclorito de sódio.



**Fonte:** EXATTA Precisão em Dosagem, acesso em 17 Mai. 2018.

### 3.2.5 Sistema de armazenagem de águas pluviais

O cálculo do reservatório de água pluvial foi realizado através do método da simulação com auxílio do programa computacional Netuno®, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em

Edificações, vinculado a Universidade Federal de Santa Catarina (Figura 24).

O software objetiva auxiliar o usuário no estudo de viabilidade do sistema de captação de águas da chuva, sendo o resultado uma análise gráfica e descritiva da conexão entre o potencial de economia de água potável de concessionária – ou outras fontes potáveis que não a pluvial – e a capacidade do reservatório, além de outras conclusões, como o volume extravasado de água pluvial e o atendimento dessa água entre os dias de uso. Além de avaliar cenários e retornar o melhor resultado, a resposta do programa se apresenta em gráficos e ainda tem a vantagem de efetuar análises econômicas, exibindo estimativas precisas dos custos que compreendem o sistema.

Os dados de entrada do programa são:

- ◆ Dados de precipitação: a partir de arquivo com a série histórica, inserido como variável e data do primeiro valor inserido.
- ◆ Descarte de escoamento inicial: 2mm conforme Gonçalves et al. (2006).
- ◆ A área de captação (em m<sup>2</sup>), obtida a partir do projeto arquitetônico e das considerações sugeridas pela NBR 10.844 (ABNT, 1989).
- ◆ Demanda total de água: de acordo com os usos determinados para responder as necessidades dos galpões, litros per capita/dia.
- ◆ Número de moradores: como a demanda foi calculada por tipo de uso e instalação, o consumo diário total será adicionado ao programa e o preenchimento do campo de número de moradores será o valor “1” para não alterar este valor.
- ◆ Percentual de demanda total a ser substituída por água pluvial: como este projeto visa a sustentabilidade ambiental, o valor empregado será de 100%.
- ◆ Coeficiente de escoamento superficial:  $C = 0,8$  para a superfície de captação em cobertura (ABNT, 2007).
- ◆ Volume do reservatório superior: Os volumes foram definidos a partir do dia de maior consumo. Para a estrutura de Acesso foi utilizado uma vez o consumo máximo diário e para as demais estruturas de produção suinícola cinco vezes esse volume (cinco dias de consumo para margem de conserto e reparos necessários em caso de falha no bombeamento). Valores detalhados no Anexo C.

**Figura 24** – Interface do preenchimento de dados do programa NETUNO®.

Netuno 4

Simulação Ajuda Citação Validação Sobre

Carregar simulação previamente salva

Carregar dados de precipitação

Número de registros

Data inicial (dd/MM/yyyy)

Descarte escoamento inicial (mm)

Área de captação (m<sup>2</sup>)

Demanda total de água (litros per capita/dia)

Variável...

Número de moradores

Variável...

Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial

Coeficiente de escoamento superficial

Observações

Preencha este campo para consultas futuras, caso queira salvar a simulação. Este campo não afeta os cálculos.

Reservatório superior

Reservatório inferior

☐ Simulação para reservatório com volume conhecido

☒ Simulação para reservatórios com diversos volumes

Intervalo da simulação

Volume máximo (litros)

Intervalo entre volumes (litros)

☐ Indicar volume ideal para o reservatório inferior

Simular

Salvar simulação atual

Limpar campos

Análise Econômica

Fonte: NETUNO, acesso em 17 Mai. 2018.

Deve-se preencher os dados referentes ao volume da cisterna. Para esta análise será escolhido a opção “Simulação para reservatórios diversos”. Nesta, é possível preencher os valores mínimos e máximos que se pretende limitar as simulações do volume do reservatório e o intervalo em que se almeja que o software realize as análises, a fim de observar o comportamento dos dados. Dentro desse campo, estipulou-se um valor de 50.000 L como volume limite de simulação e definiu-se o intervalo de 1000 litros entre os resultados – devido à disponibilidade de volumes comerciais. Por fim, estipulou-se a diferença entre potenciais de economia de água potável (por meio do aproveitamento de água pluvial) de 1%/m<sup>3</sup>.

O volume ideal da cisterna, bem como o potencial de economia de água potável provindo de concessionária e a porcentagem dos dias em que o consumo é suprido completamente, parcialmente e a parcela de dias, são resultados do programa.



### 3.2.6 Cenários

A fim de avaliar qual a melhor alternativa econômica e ambiental para a concepção do projeto na unidade de ensino suinícola, foram realizadas simulações para a demanda de água de cada galpão de produção e as suas respectivas áreas de captação. O objetivo foi escolher o sistema para atender a máxima demanda, a fim de reduzir os custos de investimento e de manutenção dos sistemas de aproveitamento pluvial e gastos com água potável.

Inicialmente, foi realizada uma estimativa da oferta de água da chuva, por método simples, para determinar a capacidade do volume a ser armazenado por cada cobertura, através da Equação (3), tornando-se conhecido o melhor caminho para iniciar as simulações no programa Netuno®. A relação prévia entre demanda e consumo de cada galpão possibilitou criar alternativas de concepção a serem simuladas no programa computacional.

Os sistemas de nebulização dos galpões de Creche, Crescimento-Terminação e Reprodução-Gestação terão reservatórios próprios para atender a sua demanda, sendo que, entre os cenários construídos, verifica-se a viabilidade de atender a demanda para nebulização e do arco e desinfecção, além do uso geral dos galpões (uso humano, uso animal e limpeza).

### 3.3 SISTEMA DE EFLUENTES

A geração de efluentes na granja é separada em dois fluxos distintos: os dejetos animais e o esgoto sanitário, os quais terão sistemas de tratamento separados. O sistema de esgotamento sanitário do complexo suinícola está localizado na Casa de Apoio e Acesso. Apesar do galpão de reprodução e gestação também conter aparelhos sanitários (chuveiro e pia) , como citado em sua descrição, o uso será pouco frequente – a cada 21 dias para acompanhamento do parto das matrizes – e, portanto, os efluentes serão unidos aos dejetos animais, contabilizados ao mesmo.

Os ambientes das granjas que servem de alojamento aos animais possuem piso ripado para que os dejetos caiam diretamente em um fosso. Esse fosso possui altura e inclinação suficiente para escoar e armazenar temporariamente os dejetos no galpão, como representado na Figura 8. O posicionamento dos condutores horizontais na região interna da estrutura, como calhas e tubulações, será estabelecido de maneira a não receber interferências externas, como água da chuva, e conservar as propriedades do dejetos até o seu tratamento. Quanto mais concentrada a carga orgânica do dejetos, em função do uso eficiente da água na granja, maior a possibilidade de aproveitamento posterior, tanto pela via agrônômica quanto pela energética.

Dentro dos fossos, os efluentes serão escoados por calhas ou tubulações até a área de menor cota, proporcionada por inclinação do fosso. Os efluentes serão mantidos dentro dos galpões por dias suficientes para que haja acúmulo de líquido, amolecendo a parte sólida dos dejetos e gerando limpeza automática, na forma de descarga, sempre que possível.

Quanto ao sistema de esgoto sanitário, o seu dimensionamento será realizado através do método das unidades Hunter de contribuição (UHC), conforme estabelecido pela NBR 8.160 (ABNT, 1999), que utiliza um fator probabilístico numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual de cada tipo de aparelho sanitário. As tubulações serão em PVC e terão traçado preferencialmente retilíneo, sem grandes deflexões, sendo deixados acessos em pontos estratégicos desobstrução da rede em caso de entupimento.

O sistema de dejetos suínos será projetado por coleta, através dos fossos, e transporte ao tratamento. A superfície de cada galpão onde os animais ficarão alojados será de piso ripado que permite que os dejetos caiam entre os espaços e fiquem estocados. O transporte desse volume

armazenado pode ser por bombeamento, ou por gravidade, e um estudo de concepção será feito a cada galpão, com base nas recomendações da norma de subcoletores e coletores prediais e as bibliografias mencionadas, como Souza et al. (2016). Será instalado sistema elevatório em ponto estratégico, movido a energia fotovoltaica, desenvolvido por um dos trabalhos em conjunto a UES. Portanto, os volumes de dejetos serão quantificados e fornecidos para a equipe.

### 3.4 ANÁLISE ECONÔMICA

Este trabalho traz uma resposta para a implantação do sistema de águas pluviais com uso da água da chuva para todos os fins de consumo. A cisterna será fonte direta do reservatório superior e possuirá um sistema de realimentação para épocas de estiagem e dias de não atendimento ao consumo. É necessário considerar todos os fatores que implicam a implantação do sistema, desde os custos de investimentos, à operação, custos da mão de obra, bombeamento e manutenção. A partir desses dados é possível calcular, através de métodos quantitativos de análise econômica, a viabilidade do projeto.

Neste trabalho utilizaram-se os métodos do Valor Presente Líquido (VPL), o Tempo de Retorno de Investimento (TRI) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), através do programa NETUNO®. Os dados necessários para análise de custos do programa são os valores de implantação, manutenção e instalação, e outras variáveis como: Período de análise – número de anos para realizar a análise econômica –, a inflação (estimativa mensal); o período de reajuste dos custos de manutenção e das tarifas de água e energia; a taxa mínima de atratividade (em base mensal); e o mês de instalação do sistema de captação de águas pluviais.

O custo total de implantação representa o investimento no fluxo de caixa e as saídas serão o percentual de economia de água potável sob as tarifas mensais de água e esgoto. Para o VPL maior ou igual a zero, o investimento é considerado viável. A Equação (6) apresenta o método de cálculo do VPL.

$$VPL = P + A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (6)$$

Onde,

VPL: Valor presente líquido;

P: Investimento inicial (R\$);

A: Lucro anual, descontando os custos anuais de operação e manutenção com o lucro anual proporcionado pelo projeto;

(R\$/ano);

n: vida útil do projeto (ano);

i: Taxa Mínima de Atratividade do investidor (%)

A TMA definida para entrada no programa NETUNO® foi de 6,44% (Tabela 9), a média global do IPCA registrada nos últimos cinco anos. O trabalho não possui caráter lucrativo, sendo necessário apenas a

correção dos investimentos propostos em relação a inflação do país. Foi considerada uma vida útil de 20 anos para o projeto.

**Tabela 9** – IPCA acumulado para o período de 2013 a 2017.

Ano	IPCA (% acumulado do ano)
2013	5,91
2014	6,40
2015	10,67
2016	6,28
2017	2,94
<b>Média global</b>	<b>6,44</b>

**Fonte:** IBGE, 2018

Os custos iniciais foram contabilizados por tubulação, acessórios, mão de obra e reservatórios. A mão de obra da implantação foi calculada considerando um sistema de instalação com um trabalho de 20h/semana, com a contratação de um encanador e seu auxiliar (**Figura 25**), segundo valores do SINAPI e as tarifas de água consideradas como o Quadro 2, sendo que o valor pago por esgoto é equivalente a 100% da conta de água.

**Figura 25** – Mão de obra para viabilidade econômica

Descrição	Quant.	Unid.	Valor Unitário	Valor (R\$)
Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	20	h	R\$ 19,04	380,8
Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares.	20	h	R\$ 14,89	297,8
<b>Total</b>				<b>678,6</b>

**Fonte:** adaptada de SINAPI. Acesso em 16 Jun. 2018.

**Quadro 2** – Cobrança da tarifa de água.

Tarifas de água*	
Abaixo de 10 m <sup>3</sup>	R\$62,27 (fixo).
Acima de 10 m <sup>3</sup>	R\$10,33 (por m <sup>3</sup> ).

Atualizada em agosto de 2017.

**Fonte:** CASAN (2018).

Os custos de implantação, dos materiais e manutenção serão retirados prioritariamente do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), da Caixa Econômica Federal, e de outras fontes quando o material não estiver contido nessa referência. O custo referente ao consumo de água potável na granja será calculado através do valor fornecido pela concessionária e o volume economizado de água da rede pública, resultado da análise de dados do programa NETUNO®.

## **4 RESULTADOS E ANÁLISES**

### **4.1 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA**

O estudo de concepção do sistema de aproveitamento de água da chuva iniciou sob a ótica abrangente da UES, quantificando as demandas das estruturas e comparando-as à disponibilidade de água pluvial, seguido pela comparação prévia entre os resultados e aplicação no NETUNO®.

#### **4.1.1 Quantificação da demanda de água**

A Tabela 10 apresenta as demandas mensais de toda a granja, separadas em cada unidade por: uso humano, uso animal, limpeza e desinfecção, demanda pelo sistema de nebulização e consumo pelo arco de desinfecção.

A Tabela 11 mostra que a nebulização, presente nos galpões de creche, de reprodução e de crescimento-terminação, é uma grande contribuinte com o volume total de água demandado por estrutura e representa grande parcela do consumo total das edificações a que é instalada.

Diante das demandas apresentadas, e considerando os meses sem nebulização, observa-se que a unidade de maior consumo mensal é a casa de apoio e acesso, com 1304,3 litros/dia (mês de 30 dias), seguido do galpão de Crescimento-Terminação, com 1000,1 litros/dia. Em último lugar, em termos de demanda mensal ficou a creche com 359,85 litros/dia.

**Tabela 10** – Demanda mensal de água na Unidade de Ensino de Suinocultura.

Unidades	Demanda mensal (litros/mês)					Demanda total (litros/mês)
	Uso humano	Uso animal	Limpeza e desinfecção	Arco de desinfecção <sup>1</sup>	Nebulização <sup>2</sup>	
Casa de Apoio e Acesso	37.848,40	-	1.280	-	-	39.128
Reprodução e Gestação	107,14	18.981,60	40,50	-	10.287	29.416
Maternidade	-	19.296	72,86	426,67	-	19.795
Crechário	-	10.764	31,43	-	6.858	17.653
Crescimento-Terminação	-	29.988	14,29	-	6.858	36.860
Total	37955,54	79029,60	1439,07	853,33	24.003	142.854

<sup>1</sup> Considerando um uso por semana de 106,67 litros. <sup>2</sup>Uso diário no meses mais quentes (dezembro a março)

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Tabela 11** – Demanda média diária por uso e estrutura considerando um mês igual a 30 dias.

Unidades	Demanda diária média	Demanda diária média
	Período sem nebulização (L/dia) *	Período com nebulização (L/dia)
Casa de Apoio e Acesso	1304,28	1304,28
Reprodução e Gestação	637,64	980,54
Maternidade	659,85	659,85
Crechário	359,85	588,45
Crescimento-Terminação	1000,08	1228,68
Total	3961,70	4773,18

\*Inclui o arco de desinfecção.

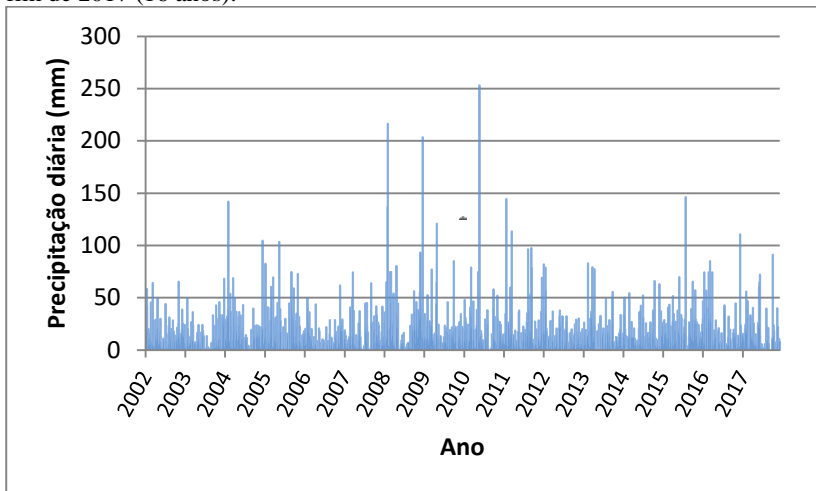
**Fonte:** elaborada pela autora (2018).



#### 4.1.2 Oferta de água pluvial e volume das cisternas

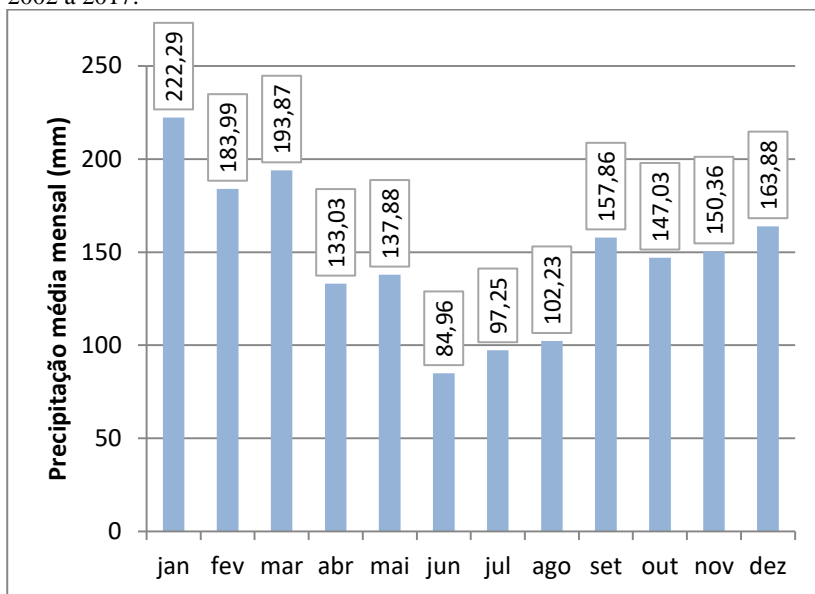
Os dados do regime de precipitação de Florianópolis, de 01/01/2002 a 31/12/2017, foram organizados como ferramenta para compreensão dos resultados futuros de oferta e o atendimento a demanda. O estudo hidrológico dos dados fornecidos pela base de dados BDMEP, do INMET, com as séries históricas de Florianópolis, no período indicado de 16 anos. A Figura 26 exibe o histograma da precipitação diária do período citado, de 2002 a 2017. A Figura 27 apresenta o histograma da precipitação média mensal desse período.

**Figura 26** – Histograma de precipitação diária do período do início de 2002 ao fim de 2017 (16 anos).



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Figura 27** – Histograma de precipitação média mensal de Florianópolis, de 2002 a 2017.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

Os gráficos revelam a variação de precipitação ao longo dos anos e meses. Comparando-se as médias de precipitação mensais na Figura 27, nota-se que os meses de janeiro a março costumam apresentar os maiores índices de chuvas e de junho a agosto são os meses com menores precipitações. Os meses mais chuvosos são os meses com as maiores temperaturas médias (INMET, 2018), os mesmos sob os quais funcionarão os sistemas de nebulização, podendo esse acréscimo pluviométrico contribuir para suprir o período de aumento da demanda.

Com vistas à obtenção de uma análise inicial para construção dos cenários, a oferta de água pluvial foi estimada através de método simples, que consiste no produto da área de contribuição, do coeficiente de escoamento superficial ( $C = 0,8$ ) e da média mensal de precipitação da cidade de Florianópolis de 126,58 mm/mês – sugerido por orientação técnica da VISA Florianópolis sobre aproveitamento de águas pluviais (VIGILÂNCIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2016), para um dimensionamento expedito.

As áreas de captação foram calculadas de acordo com a norma NBR 10.844 (ABNT, 1999), considerada a inclinação de 30° nas águas de cada telhado e 0,8m de beiral [Equação (3)]. A Tabela 12 apresenta as áreas de contribuição total de cada unidade o respectivo volume de captação mensal encontrado através da Equação (1). Para o cálculo, considerou-se o fator de captação igual a um.

**Tabela 12** – Oferta de água pluvial por estrutura da UES.

Estrutura	Área de contribuição (m <sup>2</sup> )	Volume de água captado (m <sup>3</sup> /mês)
Casa de Apoio e Acesso	218,67	22.143,40
Reprodução e Gestação	343,49	34.783,37
Maternidade	229,52	33.368,51
Creche	191,81	19.423,45
Crescimento-Termina�o	287,45	29.108,34

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

#### 4.1.3 Calhas e condutores pluviais

A cobertura das estruturas de produção suinícola, referente aos quatro galpões, é dividida em duas áreas de contribuição e a calhas foram posicionadas ao longo de suas extremidades. As  rvores como distribuídas no terreno, poderão contribuir ao acúmulo de material grosseiro nos telhados (folhas, galhos, etc), motivo pelo qual as inclinações devem ser maiores. Inclinações acima de 1% auxiliam no seu escoamento. O dispositivo de remoção de sólidos grosseiros a ser instalado deverá ter manutenção frequente.

As calhas serão semicirculares, de PVC e, a partir da intensidade pluviométrica de Florianópolis, de 120 mm/h (ABNT, 1989), e as suas respectivas áreas de contribuição calculou-se, através da Equação (4), a vazão de projeto. A NBR 10.844 fornece os diâmetros indicados para calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade  $n = 0,011$  (PVC) para tr s inclinações diferentes e suas respectivas capacidades (Anexo A). Os condutores verticais foram dimensionados a partir do  baco presente na mesma normativa, onde, a partir do comprimento da tubulação vertical e da vazão de projeto, faz-se possível obter o diâmetro da tubulação.

A tabela do APÊNDICE A – apresenta as vazões de projeto encontradas (Q), os diâmetros e inclinações definidos para cada calha e os diâmetros dos condutores verticais, também em PVC. Como os

galpões estão localizados em área arbórea, foram definidas inclinações mínimas de 2% para promover o arraste de materiais grosseiros (folhas, galhos, etc.) que possam prejudicar o escoamento para os coletores verticais. Os diâmetros resultantes das calhas pela normativa variaram entre 100 e 125 mm (APÊNDICE A – ), porém, adotar-se-á 125 mm, valor disponível comercialmente. A adoção de um diâmetro maior que o calculado colabora para evitar o transbordamento da calha e perda de água de armazenagem, além de evitar a possibilidade de infiltração no sistema de coleta de dejetos.

#### **4.1.4 Volume da cisterna**

A Tabela 13 apresenta uma comparação entre os volumes encontrados na Tabela 12 e as demandas das estruturas, onde os saldos negativos representam o volume não suprido por água pluvial, necessitando de água da concessionária, e os saldos positivos o volume médio armazenado não consumido mensalmente.

**Tabela 13** – Demanda de água e a oferta pluvial na UES.

Unidades	Volume de água captado (L)	Demanda acumulada média mensal (L)			Saldo acumulado mensal (L)		
		Usos	+ nebulização	+ arco de desinfecção	Usos	+ nebulização	+ arco de desinfecção
Casa de Apoio e Acesso	22.143,40	39.128	-	-	-16.985	-	-
Reprodução e Gestação	34.783,37	19.129	29.416	-	15.654	5.367	-
Maternidade	33.368,51	19.369	-	19.796	14.000	-	13.573
Crechário	19.423,45	10.795	17.653	-	8.628	1.770	-
Crescimento-Terminação	29.108,34	30.002	36.860	-	-894	-7.752*	-

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

A partir da comparação dos dados expostos na Tabela 13, nota-se que, enquanto a nebulização não é considerada como demanda para água pluvial, a oferta consegue suprir completamente o consumo nos galpões de reprodução e gestação, maternidade e creche, enquanto tem uma cobertura quase total, também, no galpão de Crescimento-Terminação. A casa de apoio e acesso demanda mais água que consegue captar devido à pequena área de cobertura se comparado à quantidade de aparelhos sanitários que necessitam de abastecimento. Ao considerar a nebulização como contribuinte para a demanda de água pluvial, observa-se que os saldos reduzem e o galpão de Crescimento-Terminação acaba com um déficit elevado. O arco de desinfecção não provocou mudanças significativas no suprimento das demandas.

Esses resultados, baseados em valores médios, representam uma estimativa da demanda de água suprida pela captação pluvial nos telhados. Porém, existem outros aspectos relevantes para o dimensionamento e escolha da melhor composição do sistema. Os gráficos das Figura 26 e Figura 27 são um exemplo da oscilação de uma variável e como os valores de precipitação diferem entre os dias e meses do ano, motivo pelo qual é necessária considerar essa variação. Detalhar a análise através da simulação de cenários e observar outros fatores é essencial a fim de obter uma real avaliação da vantagem econômica e ambiental de instalar o sistema. Por esse motivo é realizada e aprofundada a análise do dimensionamento pluvial, através da aplicação do método da simulação através do programa computacional NETUNO®, considerando as perdas, a variação diária de precipitação – através da inserção de dados da série histórica –, o volume do reservatório superior, e outras variáveis.

As primeiras simulações no *software* foram realizadas para o aproveitamento da água pluvial para os usos principais da edificação e, em seguida, consideraram-se os acréscimos do consumo da nebulização e do arco de desinfecção onde estarão locados.

Aplicou-se os dados de entrada definidos anteriormente, os valores de área de contribuição da Tabela 12 e as demandas diárias da Tabela 11 para cada caso. Os volumes utilizados para preencher o campo de reservatório superior encontram-se disponíveis no Anexo C. A opção “Indicar volume ideal para o reservatório inferior” foi selecionada para retornar o volume ideal da reserva e fez-se necessário indicar a “Diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial”, escolhido como “1%/m<sup>3</sup>”.

O processamento dos dados citados acima retornou o que o programa considera como “valor ideal de reserva de água pluvial” e outras informações associadas e este volume, como: o potencial de utilização de água pluvial (%), o consumo de água pluvial (L/dia), o percentual de dias de atendimento da água pluvial – atendimento completo, parcial e dias que não atende – e o volume extravasado no reservatório (L/dia). Os resultados dos cenários simulados estão expressos na Tabela 14. A Figura 28 apresenta a interface de inserção de dados no NETUNO e o destaque dos componentes fixados para as análises.

**Figura 28** – Dados de entrada fixados para as simulações no programa NETUNO.

Netuno 4

Simulação Ajuda Citação Validação Sobre

Carregar simulação previamente salva

Carregar dados de precipitação: Prec.Fpolis2002-2

Número de registros: 5717

Data inicial (dd/MM/yyyy): 01/01/2002

Descarte escoamento inicial (mm): 2mm

Área de captação (m²):

Demanda total de água (litros per capita/dia): Variável...

Número de moradores: 1 Variável...

Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial: 100%

Coefficiente de escoamento superficial: 0,8 (80% de aproveitamento)

Observações:

Reservatório superior

Reservatório inferior:

☐ Simulação para reservatório com volume conhecido

☒ Simulação para reservatórios com diversos volumes

Intervalo da simulação:

Volume máximo (litros): 50000

Intervalo entre volumes (litros): 1000

☒ Indicar volume ideal para o reservatório inferior

Diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial (%/m³): 1

Simular

Salvar simulação atual Limpar campos

Análise Econômica

**Fonte:** Adaptada de NETUNO, acesso em 17 Mai. 2018.

**Tabela 14** – Simulações realizadas no programa NETUNO®.

Superfície de Captação <sup>1</sup>	Demanda	Vol. Ideal	Potencial de utilização de água pluvial	Uso de água		Atendimento por água pluvial			Volume extravasado	Dif. entre potenciais de atendimento
				Pluvial <sup>2</sup>	Publica <sup>3</sup>	Total	Parcial	Não atendido		
		(L)	(%)	(L/dia)	(L/dia)	(%)	(%)	(%)	(L/dia)	(%/m³)
Acesso	Acesso	10.000	55,13	719,08	585,2	48,1	12,89	39,01	136,97	0,88
Reprodução	Reprodução	11.000	93,50	596,2	41,44	92,69	1,22	6,09	747,09	0,94
	+Nebulização	11.000	89,62	673,99	78,03	88,18	2,2	9,62	669,21	0,9
Maternidade	Maternidade	11.000	92,72	598,64	46,99	91,87	1,36	6,77	690,14	0,95
	+Arco desinfecção	13.000	90,91	683,9	68,4	89,7	1,94	8,36	604,2	0,76
Creche	Creche	8.000	95,09	342,17	17,68	94,56	0,79	4,65	407,67	0,97
	+nebulização	11.000	94,20	410,8	25,31	93,48	1,03	5,49	338,38	0,69
Crescimento-Terminação	Terminação	11.000	76,66	773,97	235,63	73,5	5,35	21,15	350,58	0,84
	+ nebulização	13.000	75,89	824,09	261,76	72,19	5,88	21,93	300,74	0,75

<sup>1</sup> Galpão onde a água é captada e o sistema de armazenagem e tratamento é instalado.

<sup>2</sup> Volume consumido de água pluvial, em litros por dia.

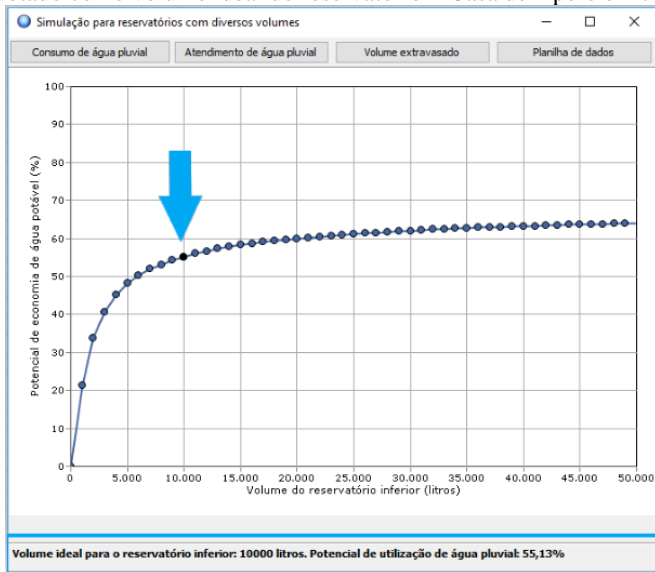
<sup>3</sup> Volume consumido de água do abastecimento público.

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).



Diante dos resultados expostos na Tabela 14, observa-se que os volumes ideais de reservatório estão situados entre 08 mil e 14 mil litros, volumes bastante abaixo do valor limite estipulado no programa (50 mil litros). Esses valores são os resultados encontrados a partir de um gráfico, como o apresentado a título de exemplo, na Figura 29.

**Figura 29** – Gráfico representativo das simulações no programa NETUNO e o valor adotado como volume ideal do reservatório – Casa de Apoio e Acesso.



**Fonte:** NETUNO, acesso em 03 de março, 2018.

Na figura, a simulação retornou um volume ideal de 10.000 litros e pode ser observado que a partir desse ponto, a diferença entre potenciais de economia de água potável torna-se cada vez menor, o que significa que o aumento do volume da reserva – a cada mil litros – não compensa o pequeno acréscimo no potencial de economia de água da rede pública.

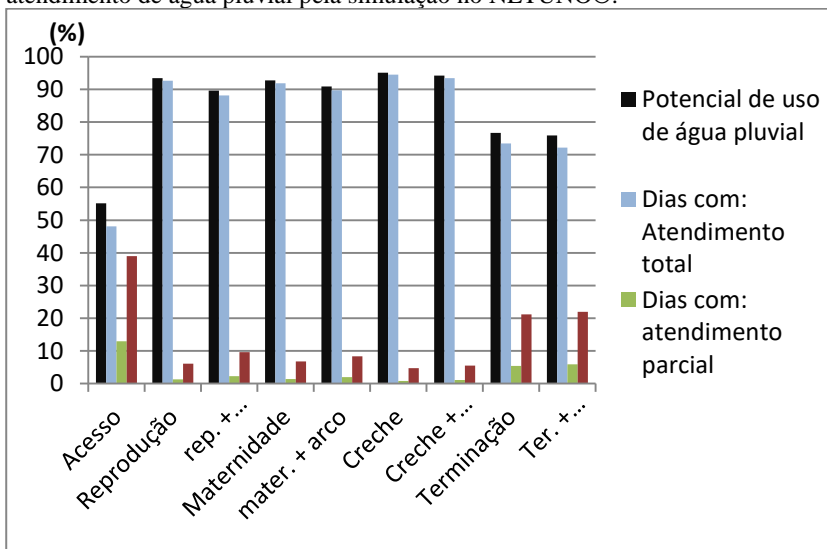
O potencial de utilização de água pluvial dos cenários analisados foi desde 55,13%, no galpão de apoio e acesso, a 95,09%, no galpão de creche sem o acréscimo da nebulização. Na maioria dos galpões, os potenciais se encontram próximos de 90%, com alta porcentagem, também, de dias com atendimento completo por água pluvial e baixos

volumes de uso de água da rede pública por realimentação, o que viabiliza o uso pluvial no projeto para as reservas calculadas.

O galpão de crescimento-terminação, que tem o potencial de aproveitamento pluvial igual a 75%, terá maior porcentual de dias sem atendimento por água da chuva, chegando a 22%, e também maior volume médio diário de consumo de água da rede pública, e, portanto, o sistema de realimentação será exigido com maior frequência. O Galpão de Apoio e Acesso obteve o menor potencial encontrado, com o maior uso médio de água da rede pública (585,2 L/dia) e a maior porcentagem de dias sem atendimento por água pluvial, chegando a 39% dos dias. Esse resultado é reflexo da colocação como galpão da menor área de cobertura entre as estruturas e de maior demanda de água. A comparação dos cenários por galpão mostra que o acréscimo da nebulização ou do arco de desinfecção na simulação do volume do reservatório reduziu somente de 1 a 4% o potencial de utilização de água pluvial.

Na Figura 30 é possível visualizar a diferença entre os potenciais de economia de água da rede pública e a porcentagem de dias de atendimento por água pluvial.

**Figura 30** – Potenciais de uso de água pluvial e o percentual de dias de atendimento de água pluvial pela simulação no NETUNO®.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

A Figura 31 apresenta os reservatórios comerciais adotados e uma comparação entre o potencial de economia de água da concessionária com esse aumento. Foi adotado valor comercial acima do valor ideal recomendado, fato que leva a pequeno aumento do potencial de economia de água e maior atendimento. Para todas as estruturas foram definidas cisternas de 15 mil litros.

**Figura 31** – Volume comercial adotado para os reservatórios e potencial de utilização de águas pluviais.

<b>Sistema de aproveitamento Pluvial</b>	<b>Volume ideal</b>	<b>Potencial de utilização de água pluvial</b>	<b>Volume Comercial</b>	<b>Potencial de utilização de água pluvial</b>
	<b>(L)</b>	<b>(%)</b>	<b>(L)</b>	<b>(%)</b>
Acesso	10.000,00	55,13	15.000,00	58,29
Reprodução	11.000,00	89,62	15.000,00	92,89
Maternidade	13.000,00	90,91	15.000,00	92,23
Creche	11.000,00	94,2	15.000,00	96,24
Crescimento-Terminação	13.000,00	75,89	15.000,00	77,43

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

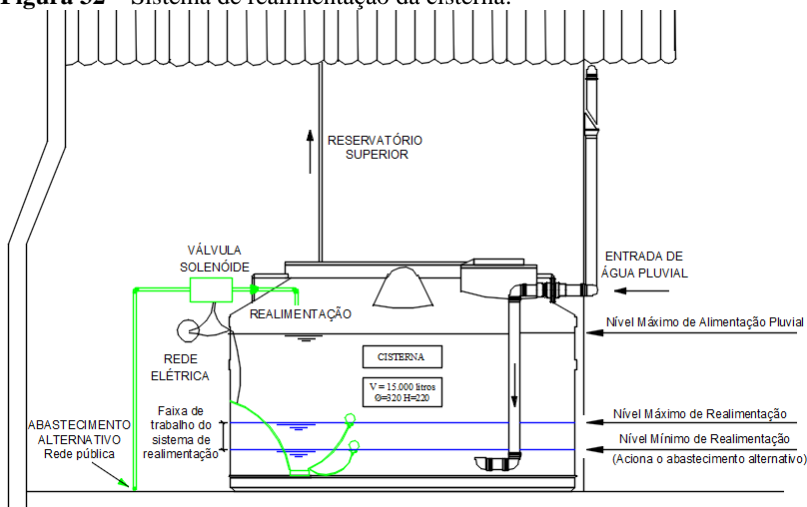
#### 4.1.5 Realimentação do reservatório

Diante do viés sustentável deste projeto, apesar dos galpões apresentarem porcentagem de dias com atendimento parcial ou sem atendimento por água pluvial, a concepção de sistema de realimentação de água através da rede pública funcionará para suprir os períodos de estiagem, mas sempre priorizando o uso pluvial quando tiver oferta.

A realimentação acionará a nível mínimo e abastecerá até nível médio, dando espaço para captar volume de água pluvial caso ocorra nova precipitação. A Vigilância Sanitária de Florianópolis recomenda que a realimentação do reservatório deva ser acionada no mínimo 10% do reservatório e limitada a um máximo 30% do volume útil. Assim, enquanto há volume de água da chuva armazenado, será dada

preferência a essa fonte. O sistema de realimentação através da válvula solenoide pode ser observado na Figura 32.

**Figura 32** – Sistema de realimentação da cisterna.

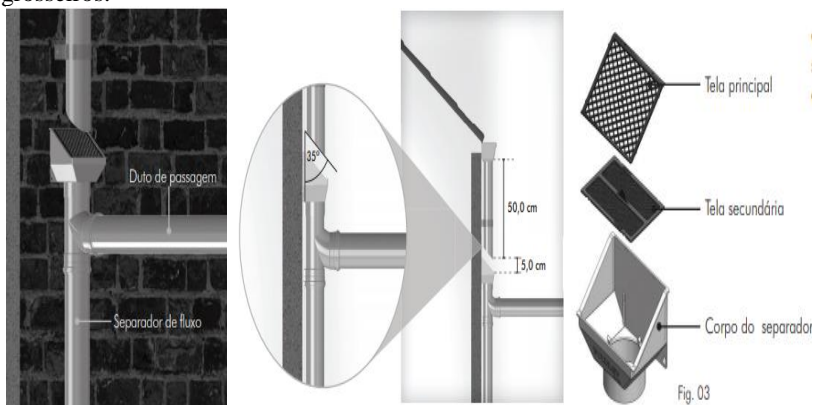


**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

#### 4.1.6 Sistema de remoção de sólidos grosseiros

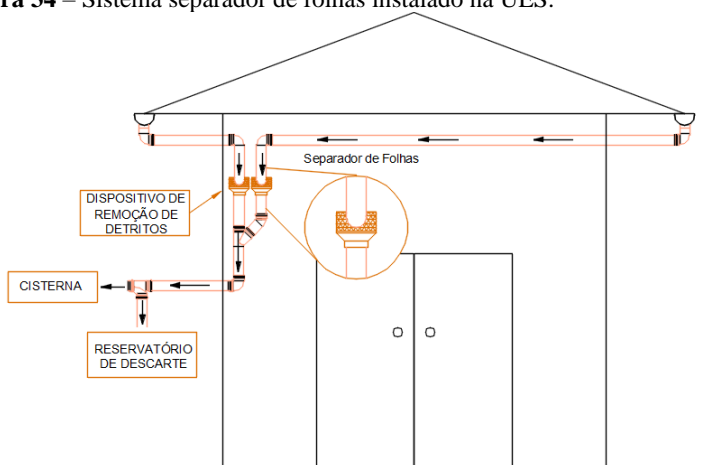
O sistema de remoção de detritos definido para esta concepção consiste no filtro separador de folhas apresentado na Figura 33. Este equipamento será instalado em cada descida pluvial e deve ser observado com frequência para evitar entupimentos. A localização dos pré-filtros está apresentada na Figura 34, geralmente na parte da frente frontal do galpão para limpeza e não devem estar distantes mais que 50 cm do início da descida pluvial. Além disso, devem-se fazer manutenções frequentes para evitar entupimento.

**Figura 33** – Detalhes de instalação do Pré-filtro para remoção de sólidos grosseiros.



**Fonte:** Manual técnico Fortelev, acesso em 22. Mar. 2018.

**Figura 34** – Sistema separador de folhas instalado na UES.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

#### 4.1.7 Descarte das primeiras águas

Definida a eliminação de 2 mm de água precipitada, e multiplicando-se este valor pela área de contribuição total de cada galpão, encontram-se os volumes necessários a descartar. A determinação do reservatório de descarte ocorreu a partir de valores comerciais disponíveis (Tabela 15). Para atender a recomendação de

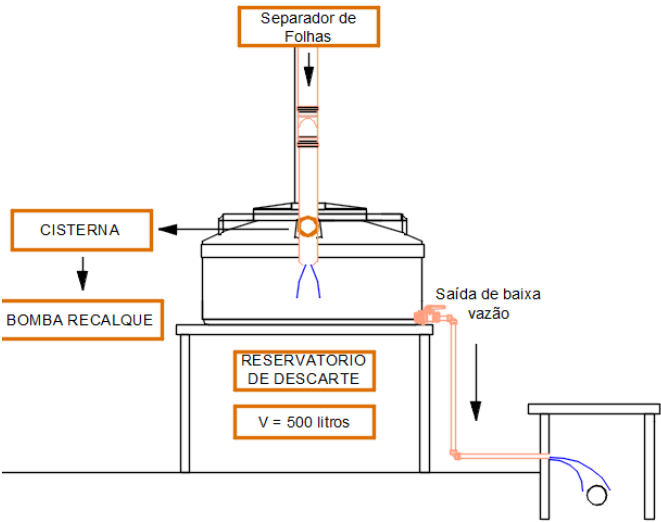
descarte estipulado, foi adotado o valor comercial acima do encontrado no dimensionamento, com exceção do galpão de Crescimento-Terminação, que tem o valor próximo do reservatório de volume inferior ao calculado, porém, o sistema de filtro locado após a cisterna possui boa capacidade de filtragem e, portanto, garantirá a qualidade.

**Tabela 15** – Volume dos reservatórios de descarte de cada sistema da granja.

Estrutura	Volume calculado (L)	Volume comercial (L)
Casa de Apoio e Acesso	437,34	500
Reprodução e Gestação	686,984	1000
Maternidade	659,04	1000
Creche	383,62	500
Crescimento-Terminação	574,9	500

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Figura 35** – Posicionamento do reservatório de descarte das primeiras águas.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

#### 4.1.8 Filtro

A escolha do filtro a ser utilizado no tratamento da água pluvial de cada estrutura deu-se pela faixa de vazão trabalhada pela bomba de recalque que direciona as águas ao reservatório superior. O sistema de bombeamento foi analisado pelo trabalho de conclusão de curso “Emprego de energia solar para aquecimento de água e bombeamento fotovoltaico em uma unidade de ensino de suinocultura (UES)”, e foi escolhido com base no consumo diário de cada galpão, limitando-se a vazão de 2m<sup>3</sup>/h.

Para atender a todos os galpões optou-se por dois modelos de filtro de capacidades distintas, ambos feitos em aço inox 304, com as conexões em PVC e a taxa de filtração de 25 a 50 micras. O primeiro modelo atende vazão de até 2m<sup>3</sup>/h e tem capacidade mensal de filtrar até 30m<sup>3</sup>/mês, e o segundo tem uma capacidade maior de vazão (2,5m<sup>3</sup>/mês) e atende até 100m<sup>3</sup>/mês. A vazão de trabalho do primeiro filtro de até 2m<sup>2</sup> conseguiria atender a todos os galpões da granja, porém os modelos têm a limitação em capacidade mensal. O segundo modelo também atenderia a todas as estruturas, devido a maior capacidade mensal de volume filtrado, porém, para uma eficiência econômica do sistema, será escolhido aquele de menor custo que se adeque a cada sistema. A Tabela 16 mostra os valores diários e mensais de consumo de água associados com a capacidade de filtração e vazão de trabalho do filtro escolhido.

**Tabela 16** – Filtro escolhido para cada estrutura.

Unidade	Demanda diária	Consumo mensal	Capacidade filtração	Vazão
	(litros)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /mês)	(L/h)
Casa de Apoio e Acesso	1.304,28	39.128	100	2.500
Reprodução e Geração	980,54	29.416	100	2.500
Maternidade	659,85	19.795	30	2.000
Creche	588,45	17.653	30	2.000
Crescimento e Terminação	1.228,68	36.860	100	2.500

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

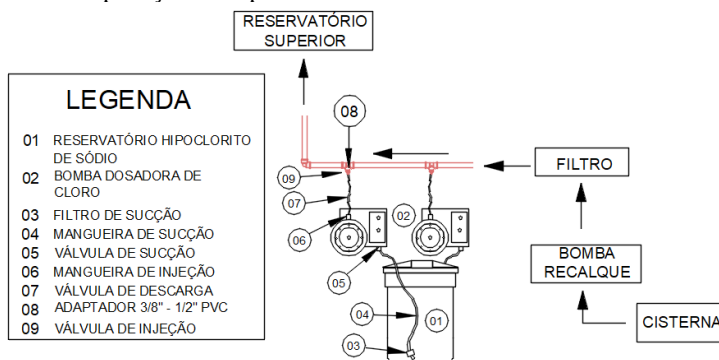
#### 4.1.9 Desinfecção

A desinfecção da água ocorrerá pela introdução de solução de hipoclorito de sódio na tubulação de recalque através de pressurização da bomba dosadora Exatta. A dosagem é realizada por sucção de um reservatório de hipoclorito de sódio e a escolha da bomba deu-se pela faixa de vazão de injeção necessária na tubulação de recalque e calculada para atender o valor de 2 mg/L de cloro residual nos pontos de consumo, medida recomendada pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (MS) (BRASIL, 2011). A solução de hipoclorito de sódio considerada no cálculo da vazão foi a de valor de concentração comercial de 12% do produto. Primeiramente estimou-se a dosagem necessária através da vazão de recalque e da concentração final de hipoclorito, calculou-se a concentração do produto e, por fim, encontrou-se a vazão de aplicação através da razão entre a dose e a concentração encontrada. A partir desses dados e a vazão máxima de recalque entre os galpões de 2 m<sup>3</sup>/h, encontrou-se uma vazão necessária de aproximadamente 30 mL/h e, portanto, a bomba escolhida é a que atende de 0 a 500 mL/h, segundo o fabricante.

A bomba possui precisão de dosagem e consegue garantir estabilidade da taxa de cloração. O controle da cloração deve ser feito com frequência nos pontos de consumo e na saída tratamento para garantir os pontos estejam nos padrões adequados (BRASIL, 2014).

A dosagem é realizada por sucção de um reservatório e pressurização pela bomba diretamente na tubulação de recalque (Figura 36).

**Figura 36** – Aplicação de Hipoclorito de Sódio através de Bomba Dosadora.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).



## 4.2 SISTEMA DE EFLUENTES SUÍNOS

### 4.2.1 Volume de dejetos

O valor da geração de dejetos por unidade de ciclo completo é apresentado na IN 11 da FATMA e equivale ao valor de 47,1 litros por dia, por matriz (FATMA, 2015). Em vista a atender a legislação, esse valor será utilizado para o dimensionamento das estruturas após a união dos dejetos pela rede, porém, para o dimensionamento de cada estrutura individual de coleta e transporte desses efluentes, faz-se necessário conhecer seus valores discriminados por modelo de produção. A IN 11 não desmembra o volume de dejetos como será estruturada a UES e, portanto, fez-se necessário buscar fontes bibliográficas alternativas.

O Quadro 3 apresenta os valores utilizados para o cálculo do volume de dejetos por unidade de produção suinícola da UES. Aos valores apresentados nesse quadro serão acrescidos em 0,5 litros por animal/dia devido as limpezas e 3,57 litros/dia (valor mensal dos usos do galpão de reprodução e gestação expresso na Tabela 10, dividido por 30 dias) referente ao volume do uso dos aparelhos sanitários na unidade de reprodução e gestação (chuveiro e pia). A geração de dejetos suínos por unidade de produção está apresentada na Tabela 17

**Quadro 3** – Referências para o cálculo do volume de dejetos gerados por suíno nas estruturas da UES.

<b>Estrutura</b>	<b>Referência</b>	<b>Produção de dejetos (L·suíno<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)</b>
<b>Reprodução e Gestação</b>	Tavares (2018 - comunicação pessoal)	Box - 15,14 Baia - 5,68 Macho - 10
<b>Maternidade</b>	Tavares (2018 - comunicação pessoal)	18,97
<b>Creche</b>	Tavares (2016)	1,59
<b>Crescimento-Terminação</b>	FATMA (2014)	4,5

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Tabela 17** – Volume de dejetos gerados na UES.

<b>Estrutura</b>	<b>Nº de animais alojados</b>	<b>Volume diário gerado L·d-1</b>	<b>Volume gerado no período de 4 dias L·d-1</b>
Reprodução e Gestação	68	579,8	2319,2
Maternidade	20	389,4	1557,6
Creche	130	271,7	1086,8
Crescimento-Terminação	120	600	2400
<b>Total</b>	<b>338</b>	<b>1840,9</b>	<b>7363,6</b>

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

#### 4.2.2 Sistema de escoamento de dejetos

O fosso localizado sob os pisos ripados foi dimensionado de acordo com recomendações técnicas de Souza et al. (2016) e as calhas, tubulações e caixas locadas de maneira a facilitar o transporte de dejetos dentro da estrutura e para a estação elevatória que será projetada, visando reduzir as perdas de carga e tamanho de tubulação no sistema.

A primeira consideração do projeto foi dar preferência ao uso de canaletas internas de escoamento de dejetos, a fim de reduzir as infiltrações de água da chuva e possíveis influências externas, buscando-se a qualidade dos dejetos ao tratamento. Integrado aos outros trabalhos relacionados à UES, definiu-se por quatro dias de tempo de retenção dos dejetos. Ter um período de retenção é comum nos sistemas produtivos suínícolas devido ao conceito supracitado de limpeza automática e iniciar a maturação dos dejetos para que amoleça e não crie pontos de incrustação, reduzindo, também, os riscos de entupimento das tubulações.

A decisão dos quatro dias referidos acompanhou as exigências da estação elevatória e do sistema de tratamento de efluentes composto por biodigestor. O sistema de tratamento exige a entrada de dejetos diariamente, e foi dimensionado para o volume de 1 dia de geração de dejetos de Unidade de produção de ciclo completo, equivalente a 47,1 litros/matriz/dia (60 matrizes \* 47,1 L). Considerando quatro galpões, o volume de 04 dias se torna o ideal para que o ciclo se renove e, quando a bomba está mandando a ultima carga de dejetos, está a receber novamente.

Para fazer o controle de fluxo, estão sendo projetadas comportas dentro de cada galpão, na divisa entre o interior e o exterior da estrutura. A estação elevatória, portanto, recebe efluentes a cada quatro dias, quando as comportas são abertas pelo proprietário.

O terreno, como é hoje apresentado, possui uma cobertura de solo pequena sobre o lençol freático, de apenas 0,5m. Diante deste cenário, encontraram-se dificuldades quanto à concepção da rede de efluentes a ser projetada para o tratamento. A tubulação transportadora dos dejetos deve ter inclinação suficiente para gerar velocidade e tensão trativa para promover o arraste dos sólidos e evitar entupimentos. Outra alternativa é ter a rede trabalhada sob pressão, com um sistema de bombeamento eficiente e compatível às características desse efluente.

Diante do exposto, tem-se dois cenários considerados:

- ◆ Rede de efluentes sob pressão, com o funcionamento de bombas que levam os dejetos dos galpões ao sistema de tratamento.
- ◆ Transporte por gravidade e aterramento da altura necessária a promover a inclinação do terreno.

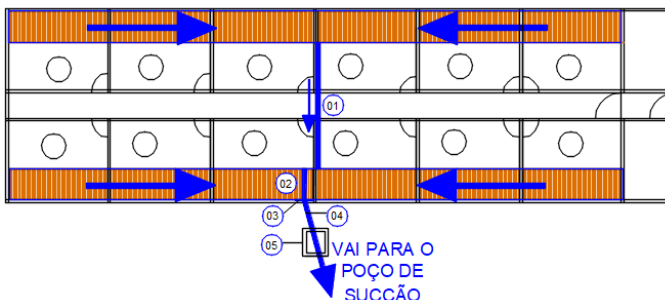
Há duas considerações a serem feitas para escolher a alternativa mais adequada. A primeira é quanto aos custos e investimentos iniciais ao aterro nessas proporções e ao futuro manejo da granja, como conhece o produtor. Por outro lado, optar por promover a rede por gravidade com a concepção do aterro, trará retornos futuros quanto à economia financeira, energética e ambiental. Os custos do sistema de bombeamento serão valores mensais durante toda vida útil do sistema, enquanto é provável que em pouco tempo o aterro supere o gasto energético.

Por essa reflexão e para promover a sustentabilidade na UES, é recomendado o aterramento de 1,5 m de altura acima da composição atual. Esse valor é fundamentado na inclinação de 1% recomendada a promover o arraste dos sólidos e na distancia de até 50 m dos galpões ao ponto determinado para a estação elevatória e é recomendado que a estação elevatória esteja compreendida acima do lençol freático.

Caixas de passagem foram projetadas na saída dos galpões com o intuito de permitir futuras pesquisas quanto à qualidade dos dejetos, ou mesmo acompanhamento dos produtores.

A Figura 37 e Figura 38 apresentam a concepção realizada do Galpão de Crescimento-Terminação, localizado mais distante à estação elevatória.

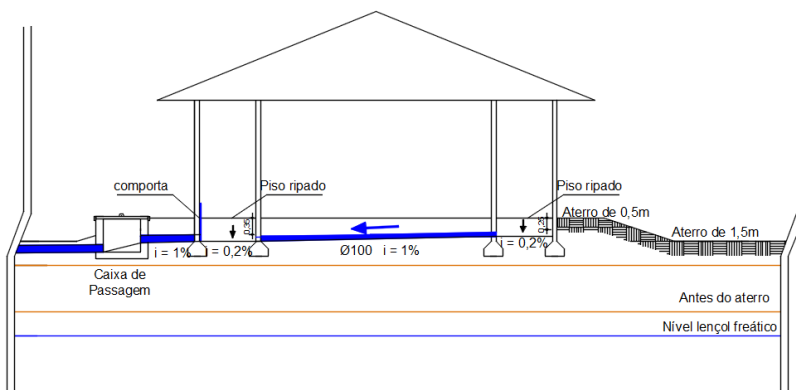
**Figura 37** – Escoamento de dejetos no Galpão de Crescimento- Terminação.



- Notas: 01 – Tubulação PVC – Esgoto Predial (D = 100mm)  
 02 – Canaleta – Tubulação Semicircular PVC (D = 100mm)  
 03 – Comporta com vedação  
 04 – Tubulação PVC – Esgoto Predial  
 05 – Caixa de Passagem

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Figura 38** – Corte do fosso de dejetos da estrutura Crescimento- Terminação.



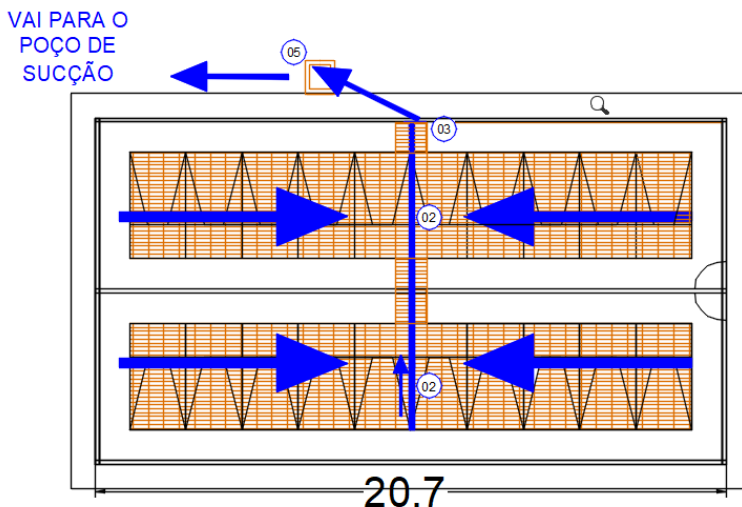
**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

O caimento da tubulação entre fossos foi dimensionado com base em sistemas prediais de efluentes e da capacidade da tubulação, suficiente para transportar o volume gerado por meio galpão e ainda garantir um escoamento livre com baixa lâmina de dejetos. Uma comporta está localizada no ponto de menor declive e será aberta a cada quatro dias para escoar os dejetos à elevatória.

A inclinação de 0,2% dos fossos segue o pressuposto de Souza et al. (2016), que garante que os dejetos tenham uma lâmina líquida para evitar mal cheiro, auxiliar a transformação de dejetos sólidos em líquidos e promover a auto - limpeza.

A concepção dos demais galpões seguiu conceitos similares aos referidos. Na maternidade, onde o piso é totalmente ripado e possui dois fossos, os dejetos terão a sua saída promovida, também, pelo meio do galpão, através de calhas internas de condução a um ponto onde terá uma comporta para liberar o escoamento. A posição central das canaletas deu-se também por recomendação de Souza et al. (2016), para ter, pelo menos, uma saída dos dejetos a cada 12m.

**Figura 39** – Escoamento de dejetos no galpão da maternidade.



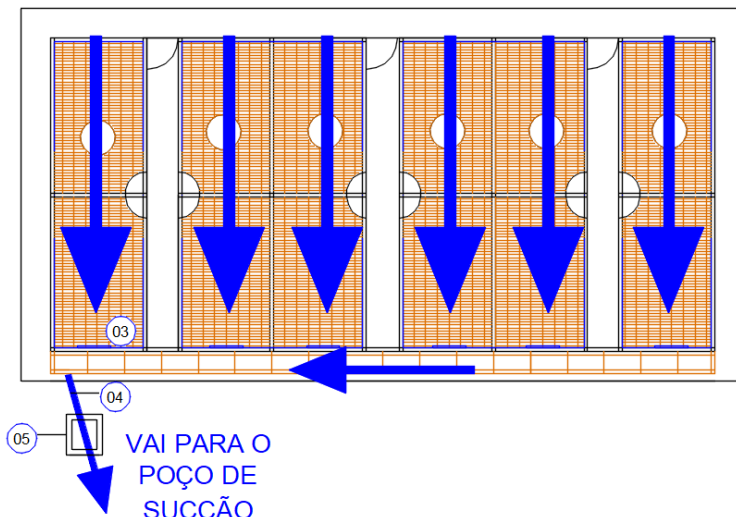
- Notas: 01 – Tubulação PVC – Esgoto Predial (D = 100mm)  
 02 – Canaleta – Tubulação Semicircular PVC (D = 100mm)  
 03 – Comporta com vedação  
 04 – Tubulação PVC – Esgoto Predial  
 05 – Caixa de Passagem

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

No galpão de creche, cada fosso terá uma comporta conectando-o a parte externa a cada 04 dias (Figura 40). A saída do fosso encontra uma canaleta externa, tampada e bem vedada a fim de evitar infiltrações pela água de chuva. A escolha dessa composição dá-se para evitar risco de disseminação de doenças entre os leitões recém-desmamados em

caso de existir uma sala de creche com lote de leitões doentes, reduzindo este risco aos demais. Assim, será evitado o trânsito de dejetos entre as baias e no interior da estrutura.

**Figura 40** – Escoamento de dejetos na creche.



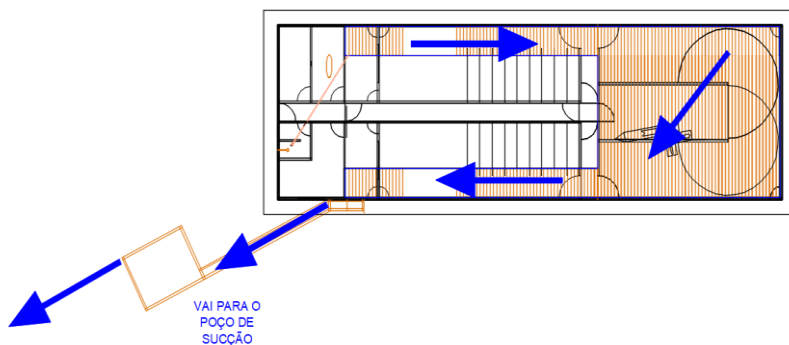
- Notas: 01 – Tubulação PVC – Esgoto Predial (D = 100mm)  
 02 – Canaleta – Tubulação Semicircular PVC (D = 100mm)  
 03 – Comporta com vedação  
 04 – Tubulação PVC – Esgoto Predial  
 05 – Caixa de Passagem

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

O galpão de Reprodução e Gestação terá os seus efluentes passando por um circuito, onde os efluentes sanitários, do chuveiro e pia, serão lançados no fosso da baia mais próxima, percorrendo as baias individuais do lado esquerdo do galpão, com caimento de 0,2% até o piso sob a baia coletiva (Figura 41). Essa baia terá inclinação direcionada ao outro lance de baias individuais, localizados à direita da estrutura. Ao final desta inclinação haverá uma comporta que libera os dejetos ao tratamento.

Os dejetos, de cada estação serão encaminhados à estação elevatória, por gravidade, tendo a inclinação preferencial de 1%. A Figura 42 mostra a sua localização e a saída das tubulações dos galpões até a chegada na elevatória.

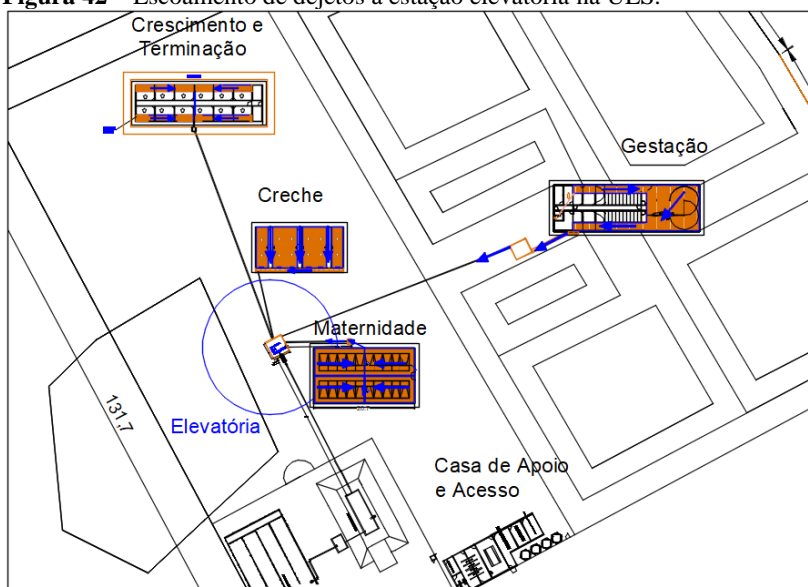
**Figura 41** – Escoamento de dejetos no galpão reprodução e gestação.



- Notas: 01 – Tubulação PVC – Esgoto Predial (D = 100mm)  
 02 – Canaleta – Tubulação Semicircular PVC (D = 100mm)  
 03 – Comporta com vedação  
 04 – Tubulação PVC – Esgoto Predial  
 05 – Caixa de Passagem

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Figura 42** – Escoamento de dejetos à estação elevatória na UES.



- Notas: 01 – Tubulação PVC – Esgoto Predial (D = 100mm)

02 – Canaleta – Tubulação Semicircular PVC (D = 100mm)

03 – Comporta com vedação

04 – Tubulação PVC – Esgoto Predial

05 – Caixa de Passagem

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

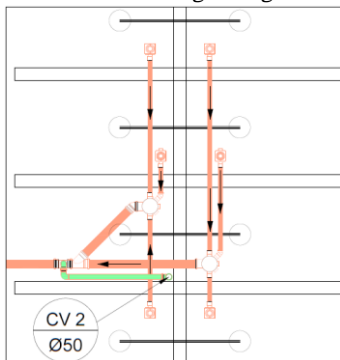


### 4.3 SISTEMA DE EFLUENTES SANITÁRIOS

O dimensionamento do sistema de efluentes sanitários Casa de Apoio e Acesso iniciou com a quantificação das unidades Hunter de contribuição de cada aparelho, seguido pelo pré-traçado da rede predial com base nas recomendações da NBR 8.160 (ABNT, 1999). O traçado realizado buscou obter o menor comprimento das tubulações e a menor quantidade de conexões e acessórios a fim de reduzir os custos do projeto e encurtar o transporte ao tratamento.

Os ramais de descarga tiveram seus diâmetros definidos de acordo com a Tabela 18 do item da metodologia sobre a quantidade de UHC por aparelho sanitário e respectivos diâmetros de ramais de descarga (Figura 42). A Tabela 18, Tabela 19 e Tabela 20 apresentam os dimensionamentos dos ramais de descarga, de esgoto, ventilação e acessórios.

**Figura 43** – Detalhe dos ramais de descarga e esgoto do vestiário.



**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Tabela 18** – Dimensionamento ramal de descarga, de esgoto e ventilação do vestiário.

<b>Componente</b>	<b>Qnt.</b>	<b>UHC</b>	<b>Diâmetro Nominal (mm)</b>	<b>Declividade e (%)</b>	<b>ΣUHC</b>
Chuveiros femininos	4	2	40	2	8
Caixa sifonada	1	8	125	-	8
Chuveiros Masculinos	4	2	40	2	8
Caixa sifonada	1	8	125	-	8
Ramal de esgoto	1	16	75	2	16
Ramal de ventilação	1	16	50	-	16

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Tabela 19** – Dimensionamento do ramal de descarga, esgotos e dispositivos complementares da lavanderia.

<b>Componente</b>	<b>Qnt.</b>	<b>UHC</b>	<b>Diâmetro Nominal (mm)</b>	<b>Declividade (%)</b>	<b>ΣUHC</b>
Tanque	1	3	40	2	3
Ralo Sifonado	1	3	40	-	3
Ramal de esgoto	1	3	50	2	3
Maquina Lavar Roupas	1	3	50	2	3
Ramal de esgoto	1	6	50	2	6
CSE	1	6	300	2	6
Subcoletor	1	6	75	2	6

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

A caixa sifonada especial (CSE) foi projetada com as dimensões mínimas recomendadas pela norma, uma caixa circular de diâmetro interno de 30 cm e fecho hídrico com altura de 20 cm. As caixas devem ser hermeticamente fechadas, com tampa de fácil remoção e o diâmetro de saída mínimo de 75 mm. Como a caixa possui fecho hídrico, não é necessário dimensionar ramal de ventilação.

**Tabela 20** – Dimensionamento do ramal de descarga, de esgoto e dispositivos complementares do banheiro.

Componente	Quant.	UHC	Diâmetro Nominal (mm)	Declividade (%)	ΣUHC
<b>Lavatório de uso geral</b>	1	2	40	2	2
<b>Ralo Sifonado</b>	1	2	40	-	2
<b>Ramal de esgoto</b>	1	2	50	2	2
<b>Bacia Sanitária</b>	1	6	100	1	6
<b>Ramal de esgoto</b>	1	8	100	1	8

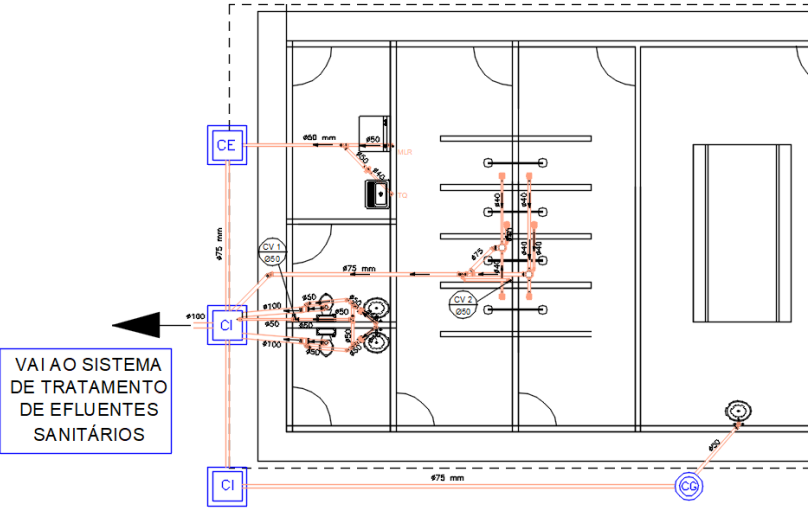
**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

Os efluentes da pia serão encaminhados a uma caixa de gordura pequena (CGP), com saída de diâmetro mínimo de 75mm.

Os ramais de esgoto vindos do vestiário e dos banheiros e os subcoletores, provindos da lavanderia e cozinha, se unem em uma caixa de inspeção e, dessa caixa os efluentes são conduzidos ao sistema de tratamento. Somando-se os números de unidade Hunter de contribuição desses ramais, tem-se o total de 38 UHC. Assim, a saída da caixa de inspeção será de diâmetro de 100mm.

A Figura 44 exhibe o sistema de esgoto da Casa de Apoio e Acesso.

Figura 44 – Sistema de esgoto sanitário da Casa de Apoio e Acesso.



Fonte: elaborada pela autora (2018).

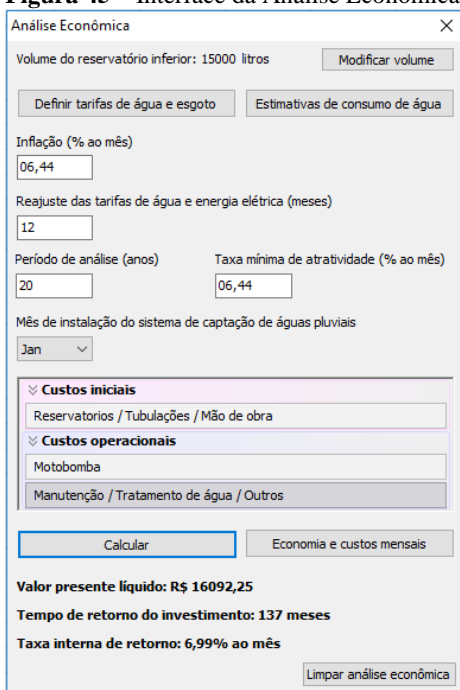
#### 4.4 ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica foi realizada quantificando-se os materiais aplicados no projeto, com os custos embasados prioritariamente no SINAPI, separados por cada estrutura da unidade de ensino. Os custos de implantação calculados foram desde as calhas até a cisterna e sistema de realimentação. O sistema de recalque, que compreende os itens da sucção de água da cisterna em diante, até o reservatório superior, foi contabilizado no trabalho de conclusão de curso “Emprego de energia solar para aquecimento de água e bombeamento fotovoltaico em uma unidade de ensino de suinocultura (UES)”, correspondendo um valor de R\$ 8934,94. Nesse valor constam as tubulações e acessórios desse trecho, a bomba de recalque e a bomba dosadora.

As tubulações e acessórios do trecho de recalque não serão detalhados neste trabalho, mas encontram-se contabilizados nos custos totais e disponíveis no Anexo B. O Filtro rápido JOJACO, instalado no segmento de recalque, não está nesse orçamento e, portanto, virá listado, também, no detalhamento de custos aqui apresentados.

Os valores dos acessórios específicos de fornecedores escolhidos terão valores de orçamento pelo contato com a empresa referida. Os valores discriminados por acessório e comprimento de rede estão listados no APÊNDICE B – Quantificação e custos dos itens do sistema de aproveitamento pluvial e compreende um valor médio de R\$ 9.000,00 a R\$12.000,00 por tipo de edificação. Sobre esses custos foram adicionados o preço da bomba e os demais valores do Anexo B. As diferenças apresentadas são devido aos comprimentos das tubulações, adaptadas a cada estrutura, e os custos pela diferença de reservatórios de descarte e do tipo de filtro escolhido.

Os dados foram processados como mostrado na interface do NETUNO por galpão para comparar as economias entre cada concepção (Figura 45). Os resultados estão apresentados na Tabela 21.

**Figura 45** – Interface da Análise Econômica no NETUNO


Análise Econômica

Volume do reservatório inferior: 15000 litros Modificar volume

Definir tarifas de água e esgoto Estimativas de consumo de água

Inflação (% ao mês)  
06,44

Reajuste das tarifas de água e energia elétrica (meses)  
12

Período de análise (anos) Taxa mínima de atratividade (% ao mês)  
20 06,44

Mês de instalação do sistema de captação de águas pluviais  
Jan

☒ **Custos iniciais**  
 Reservatórios / Tubulações / Mão de obra

☒ **Custos operacionais**  
 Motobomba  
 Manutenção / Tratamento de água / Outros

Calcular Economia e custos mensais

**Valor presente líquido: R\$ 16092,25**

**Tempo de retorno do investimento: 137 meses**

**Taxa interna de retorno: 6,99% ao mês**

Limpar análise econômica

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

**Tabela 21** – Resultado da análise econômica do NETUNO®.

Estruturas	VPL	TRI (meses)	TIR(% ao mês)
<b>Casa de Apoio e Acesso</b>	47.899,24	80	7,7
<b>Reprodução e Geração</b>	24.180,03	119	7,16
<b>Maternidade</b>	16.092,25	137	6,99
<b>Creche</b>	-4.953,4	Não há retorno no período	6,22
<b>Crescimento-Terminação</b>	47.208,81	82	7,66

NOTAS: VPL = Valor Presente Líquido; TRI = Tempo de Retorno de Investimento; TIR = Taxa Interna de Retorno;

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

A tabela de economias mensais é um resultado do processamento de dados do programa. A Figura 46 apresenta a planilha de resultados de economia mensais do galpão de Maternidade, como exemplo dos resultados obtidos.

**Figura 46** – Planilha de economias mensais gerada no NETUNO, da maternidade.

Mês	Consumo total mensal (litros)	Consumo de água pluvial (litros)	Consumo de água potável (litros)	Volume de água pluvial recalcado (litros)	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Jan	20014,53	20014,53	0	19781,95	331,44	0	331,44
Fev	18077,64	17732,7	344,94	17851,58	291,42	124,54	166,88
Mar	20014,53	18603,06	1411,47	18461,58	331,44	124,54	206,9
Abr	19368,9	16025,61	3343,29	15852,85	318,1	124,54	193,56
Mai	20014,53	18735,35	1279,18	18378,13	331,44	124,54	206,9
Jun	19368,9	16517,5	2851,4	15916,2	318,1	124,54	193,56
Jul	20014,53	18398,2	1616,33	19171,21	331,44	124,54	206,9
Ago	20014,53	19810,72	203,81	20222,23	331,44	124,54	206,9
Set	19368,9	19368,9	0	19345,04	318,1	0	318,1
Out	20014,53	20014,53	0	19599,58	331,44	0	331,44
Nov	19368,9	19368,9	0	19599,58	318,1	0	318,1
Dez	20014,53	20014,53	0	20617,74	331,44	0	331,44

**Fonte:** elaborada pela autora (2018).

O processamento dos dados inseridos no programa resultou em VPL positivos em quatro dos galpões de estudo, o que indica a viabilidade dos sistemas implantados e que haverá retorno do investimento dentro do período estipulado.

O Galpão de creche apresentou uma taxa de retorno positiva, o que indica que o sistema trará uma economia mensal, porém, o investimento não será pago no período de estudo. Esse resultado pode ser devido ao galpão ter o menor valor diário de consumo de água, assim, enquanto existe uma porcentagem alta de utilização de água pluvial, o valor líquido, em litros, da demanda de água substituída pela pluvial, é pequeno para compensar o investimento em um sistema nessas proporções.

Os galpões de apoio e acesso e crescimento-terminação apresentaram o tempo de retorno de investimento (TRI) de aproximadamente 07 anos, menos da metade da vida útil do sistema (10 anos), valor esperado e positivo dos resultados. Já os galpões de reprodução e gestação e o de maternidade, apresentaram TIR de 9,91 e 14,41 anos, respectivamente, valores altos se comparado ao período de análise.





## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho propôs elaborar o projeto de aproveitamento de águas pluviais e transporte dos efluentes na Unidade de Ensino de Suinocultura da Fazenda Experimental da Ressacada, em Florianópolis, e contribuir com a concepção da unidade como um todo e aos demais trabalhos de conclusão de curso envolvidos. Diante dessa finalidade, obtiveram-se concepções que atenderam as características da UES, concluindo o objetivo geral deste trabalho.

Os resultados obtidos através da quantificação das porcentagens de aproveitamento de águas pluviais com o dimensionamento do projeto foram bastante satisfatórios, com porcentagens de utilização de água da chuva de 75,43% a 96,24% nos galpões de produção animal e de 58,29% no galpão de acesso a unidade, referentes aos volumes de reservatório adotados de 15 mil litros. Assim, conclui-se que é ambientalmente vantajoso implantar os sistemas de aproveitamento pluviais dimensionados, contribuindo com a redução do uso de água da rede pública.

Os resultados comprovam que, perante dificuldades encontradas pelos suinocultores e problemas relacionados ao uso ineficiente de água nas propriedades, bem como a má gestão dos dejetos, é possível propor soluções adequadas a cada cenário, diante de estudo de alternativas e planejamento. O aproveitamento de águas pluviais é apresentado como uma proposta viável para solucionar as questões de escassez de água e demonstrou suprir não somente a demanda para usos não potáveis, mas também para usos potáveis de água, obtendo grande aproveitamento.

Quanto à análise de viabilidade econômica da implantação do sistema de aproveitamento pluvial e medidas adotadas, Mesmo com a espera de valores inferiores de tempo de retorno, ainda assim três dos galpões tiveram um TRI menor que meia vida útil do sistema, o que torna a implantação viável e os ganhos ambientais podem ainda superar os econômicos, preservando os recursos hídricos.

Por fim, conclui-se que, nas alternativas propostas ambos os sistemas demonstraram-se viáveis ambientalmente. Apesar de a viabilidade econômica ser um elemento importante para a implantação dos sistemas, não se deve deixar de considerar as vantagens geradas ao meio ambiente.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Simar Vieira de; PEREIRA, Daniel José de Andrade. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, 2008, 8.2:

ABPA. **O talento brasileiro para a suinocultura**. [20--]. [Http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura/resumo](http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura/resumo). Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura/resumo>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11799: Material filtrante – Areia, antracito e pedregulho. Rio de Janeiro, 1990, 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de Chuva: Aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BALIAN, J. E. A.; BROM L. G. **Análise de investimentos e capital de giro**: conceitos e aplicações. São Paulo: Saraiva, 2007. 132 p.

BERNS, Gioce Alne Girola. **Projeto dos Sistemas de Energia Solar para Aquecimento de Água e Bombeamento Fotovoltaico em uma Unidade de Ensino de Suinocultura, em Florianópolis**. 2018. 146 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2012**. Brasília – DF, 2012. 215p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/impressao/arquivos/Conjuntura2012.pdf>>. Acesso em: 04 junho 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 de set. 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado

Desenvolvido pela Funasa / Fundação Nacional de Saúde. Brasília: **Funasa**, 2014.

CALDEIRA, Jennifer Karen Alves. **Aproveitamento de água de chuva em uma indústria mecânica**. 2016. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

CARDOSO, Bárbara Françoise; OYAMADA, Graciela Cristine; SILVA, Carlos Magno da. Produção, Tratamento e Uso dos Dejetos Suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, [S.l.], v. 13, n. 32, p. 127-145, abr. 2015. ISSN 2237-6453. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3159>>. Acesso em: 19 mar. 2018. doi: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2015.32.127-145>.

CASAROTTO, N. F; KOPITKE, B. H. **Análises de investimentos**. Atlas, 1994.

COHIN, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 6., 2008, Salvador. **Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios**. Salvador: Abrh, 2008. p. 1 - 16.

DAGA, Jacir et al. **Análise da adequação ambiental e manejo dos dejetos de instalações para suinocultura em propriedades na região oeste do Paraná**. *Eng. Agríc.* [online]. 2007, vol.27, n.3, pp.587-595.

DISTRITO FEDERAL. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. (Org.). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012. 215 p.

DORNELLES, Fernando; TASSI, Rutinéia; GOLDENFUM, Joel A.. A. Avaliação das técnicas de dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água de chuva. **Rbrh – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. L.], v. 15, n. 2, p.59-68, jun. 2010.

DUARTE, André Luiz de Moraes et al. PRÁTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL EM UMA ORGANIZAÇÃO DE PRODUTORES DE SUÍNOS EM VERA MT. **Nucleus: Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava, Ituverava**, v. 14, n. 2, p.187-198, out. 2017. Disponível em:

<<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1676/2542>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Suínos e Aves. Sistema de produção, Jul/ 2003. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos.html>. Acesso em: 16 nov. 2017.

EMBRAPA. **Estatísticas | Mundo | Suínos**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/mundo>>. Acesso em: 18 maio 2018.

EMBRAPA (Santa Catarina). **Produção Suínos: Manejo dos dejetos**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/manejodejetos.html#topo>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

FATMA - FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (Estado). Instrução Normativa nº 11, de 2009. : Suinocultura. Santa Catarina: Fatma, 21 fev. 2009. Atualizada em 14/11/2014

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei nº 8080, de 09 de novembro de 2009. : Institui o programa municipal de conservação, uso racional e reuso da água em edificações e dá outras providências. Florianópolis, 07 jan. 2010. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2009/808/8080/lei-ordinaria-n-8080-2009-institui-programa-municipal-de-conservacao-uso-racional-e-reuso-da-agua-em-edificacoes-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei nº 8.080, de 9 de novembro de 2009. **Institui Programa Municipal de Conservação, Uso Racional e Reuso de Água**. Florianópolis, SC, 09 nov. 2009. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/aidhq>>. Acesso em: 15 Novembro 2018.

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar nº 239/2006, de 2006. **Institui O Código de Vigilância em Saúde, Dispõe Sobre Normas Relativas À Saúde no Município de Florianópolis, Estabelece Penalidades e dá Outras Providências**. Florianópolis, SC: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2006. Disponível em: <[http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05\\_01\\_2010\\_10.22.32.020234fe5bea2096655e5f52a90c3130.pdf](http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_01_2010_10.22.32.020234fe5bea2096655e5f52a90c3130.pdf)>. Acesso em: 18 maio 2018.

GOMES, Heber Pimentel. **Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento**: Análise Econômica de Projetos. 2ª edição, 145p. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2009.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Vitória, Es: Sermograf Artes Gráficas e Editora Ltda, 2006. 352 p.

GONYOU, Harold. **Water Use and Drinker Management: WATER USE AND DRINKER MANAGEMENT: A REVIEW**. Saskatoon, Saskatchewan, Canada: Prairie Swine Centre, 1996. 8 p. Annual Research Report. Disponível em: <<http://www.prairieswine.com/pdf/1311.pdf>>. Acesso em: 31 maio 2018.

GOULART, Rosimery Maciel. **Processo de compostagem: alternativa complementar para tratamento de camas biológicas de dejetos de suínos**. 2012. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

GUAREZI, Natália Julia. **Projeto Sustentável dos Sistemas Prediais de Água Fria e Quente de uma Unidade de Ensino de Suinocultura**. 2018. 175 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

GUERINI FILHO, Marildo et al. Análise do Consumo de Água e do Volume de Dejetos na Criação de Suínos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (rbas)**, [s. L], v. 5, n. 2, p.64-69, dez. 2015. Disponível em: <<https://www.rbas.ufv.br/index.php/rbas/article/view/293/279>>. Acesso em: 31 maio 2018.

GUIVANT, J. S. . Suinocultura e Poluição No Oeste de Santa Catarina: Os Desafios de Implementar Uma Política Ambiental. **Raízes** (Campina Grande), CAMPINA GRANDE, v. 16, 1998.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal**: Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho. 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 31 maio 2018.

INDUSTRIAL, Revista Suinocultura. **Santa Catarina: o berço da suinocultura brasileira 0 Salvar**. Disponível em:

<<https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/santa-catarina-o-berco-da-suinocultura-brasileira/20020418-165302-0660>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 de MAR. 2018.

ITO, Minoru; GUIMARÃES, Diego Duque; AMARAL, Gisele Ferreira. **Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 44 , p. 125-156, set. 2016

FASOLA, Gabriel Balparda et al. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC: Potential for potable water savings in two schools in Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.65-78, dez. 2011.

JAFFE, J. F.; ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W. **Administração financeira**. Tradução: Antônio Zoratto Sanvicente. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 776 p.

JOJACO Filtros. **Produtos Linha Residencial**. Disponível em: <<http://www.jojaco.com.br/index.php?id=produtos2&cod=35>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Programa Netuno. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/softwares/netuno>>. Acesso em: 15 mar. 2018

MARINOSKI, Deivis Luis; GHISI, Enedir; GÓMEZ, Luis Alberto. Aproveitamento de Água Pluvial e Dimensionamento de Reservatório para Fins Não Potáveis: Estudo de Caso em um Conjunto Residencial Localizado em Florianópolis-SC. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., 2004, São Paulo, Sp. **Anais...** . São Paulo: I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável, X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.18-21 Julho 2004, São Paulo. Isbn 85-89478-08-4, 2004. p. 1 - 13.

MATTHIENSEN, A. Potabilidade de água para dessedentação animal. Informativo SBERA XXVII, n.27. 4p. 2017. Disponível em: <<http://sbera.org.br/pt/informativo/informativos-2017/>>. Acesso em: 05 de mar. 2018.

MERCADO E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS, 2002. Concórdia. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p. 16.

MIERZWA, José Carlos et al. Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado. **Rega**, [s. L.], v. 4, n. 11, p.29-37, jun. 2007.

NOVAKOSKI, Carolina K. et al. Comparação dos métodos de dimensionamento do reservatório de águas pluviais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2017, Florianópolis. **Comparação dos métodos de dimensionamento do reservatório de águas pluviais**. Florianópolis: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017. p. 1 - 7.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de; NUNES, M. L. A. Sustentabilidade ambiental da suinocultura. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO, 2005.

OLIVEIRA, P. A. V. de, Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1993.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de; SILVA, Adroaldo Pagani da. **As edificações e os detalhes construtivos voltados para o manejo de dejetos na suinocultura**: Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina. Concórdia: Embrapa-cnpsa, 2006. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Executiva, Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II.

ORO, Sheila Regina. **Aplicação de técnicas da Engenharia da Qualidade no aperfeiçoamento de um processo de produção na suinocultura**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Tecnologia e Departamento de Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

PALHARES, Julio Cesar Pascale. Quantidade e qualidade da água na produção de suínos. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO ANIMAL E RECURSOS HÍDRICOS, 33., 2010, Concórdia, Sc. **Quantidade e qualidade da água na produção de suínos**. Concórdia, Sc: Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos, 2010. p. 33 - 45. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_e1u76v6p.pdf#page=41](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e1u76v6p.pdf#page=41)>. Acesso em: 05 de mar. 2018.

PALHARES, Júlio César. O manejo hídrico na produção de suínos. 2011. Disponível em: <[http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/905188/1/Aguas\\_uinos.pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/905188/1/Aguas_uinos.pdf)>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2012.

PALHARES, Julio Cesar Pascale. **Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal**. São Carlos, Sp: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016: Embrapa Pecuária Sudeste - Documentos (infoteca-e), 2016. (122). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1050541/1/documentos122.pdf>>. Acesso em: 22 março 2018.

PATIENCE, John Francis et al. Nutritional and physiological responses of growing pigs exposed to a diurnal pattern of heat stress. **Livestock production Science**, [s. L.], v. 3, n. 2, p.205-214. September 30, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622605000436>>. Acesso em: 22 março 2018.

PERDOMO, Carlos Cláudio; LIMA, Gustavo J. M. M. de; NONES, Kátia. Produção de suínos e meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado, Rs. **Produção de suínos e meio ambiente**. Gramado, Rs: 9o Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, 2001. p. 8 - 24. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0104\\_perdomo.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0104_perdomo.pdf)>. Acesso em: 22 março 2018.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A. **Seminário sobre Planejamento, Construção e Operação de Cisternas para Armazenamento da Água da Chuva**. UnC Concórdia, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Regional de Concórdia, Embrapa Suínos e Aves, 2005.



PEREIRA, Daniel José de Andrade; AMORIM, Simar Vieira de. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 8, p.53-66, jun. 2008.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, CASA CIVIL (Estado). Constituição (1934). Decreto nº 24.643, de 10 de junho de 1934. **Código de Águas**. Rio de Janeiro, 10 jun. 1934. Decreto do Governo Provisório com força de Lei.

ROPPA, Luciano et al. **Produção de Suínos: Teoria e Prática**: Cap. 1 - Panorama da Produção de Suínos no Brasil e no Mundo. Brasília, Df: Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (abcs), 2014. 908 p. Páginas 32-48. Disponível em: <[http://www.abcs.org.br/attachments/-01\\_Livro\\_producao\\_bloq.pdf](http://www.abcs.org.br/attachments/-01_Livro_producao_bloq.pdf)>. Acesso em: 22 março 2018.

RUPP, Ricardo Forgiarini; MUNARIM, Ulisses; GHISI, Enedir. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial: Comparison of methods for rainwater tank sizing. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p.47-64, dez. 2011.

SANTA CATARINA. Lei n. 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e Estabelece outras providência, 2009.

SESTI, L.; SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S. N.. **Limpeza e desinfecção em suinocultura**: Suinocultura Dinâmica (Brasil). Concórdia, Sc: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia, Sc (Brasil), 1998.

SOUZA, Jean Carlos Porto Vilas Boas et al. **Sistema de produção de leitões baseado em planejamento, gestão e padrões operacionais**. Concórdia: Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013, 2013. 114 p. (4).

SOUZA, Jean C. P. V. B. et al. **Gestão da Água na Suinocultura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. 36 p.

TÁPPARO, Deisi C. et al. Determinação da capacidade de produção de biogás a partir da digestão carcaça suína e sua codigestão com dejetos suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA, 45., 2016, Florianópolis. **Anais...**. Florianópolis: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - Conbea, 2016. p. 1 - 7.

TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues. **Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura**. 2012. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues, et al. **Efeito do tipo de bebedouro na produção de dejetos, e nos custos associados à sua estocagem, na suinocultura**. Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 34. Monterey, México, 2014.

THOMAS, Terry. Escolha de cisternas para captação de água de chuva no sertão. **Anais...** Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semi-árido, 3. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC. CD-ROM, 2001.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não-potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003.

TORORADAR. Investimento. Bovespa. **O que é IPCA**. Disponível em: <<https://www.tororadar.com.br/investimento/bovespa/o-que-e-ipca-e-inflacao-acumulada>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. [s. L.]: Editora Fgv, 2005.

VEIGA, José Eli da. **Indicadores de sustentabilidade**. Estudos Avançados. av. [online]. 2010, vol.24, n.68, pp.39-52. ISSN 0103-4014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100006>>. Acesso em: 22 março 2018.

WOLFF, L.f.b. (coord.). **Controle da contaminação ambiental decorrente da suinocultura no estado do Rio Grande do Sul; manual de capacitação de técnicos**. Porto Alegre, Rs: Ministério do Meio Ambiente, Porto Alegre, Rs (Brazil). Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2004. 147 p. BINAGRI, CP 02432, 70.849-970 Brasília, DF - Brasil. 51 illus...

ZANELLA, L.; MARIOTTO, G. & MARCHESI, M. Manual para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água de Chuva. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. São Paulo: 2015, 28p.



## APÊNDICE A – Planilhas de cálculo utilizadas no trabalho

Dimensionamento de calhas e condutores verticais.

<b>Unidade</b>	<b>I (mm/h)</b>	<b>Área de Contribuição (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Vazão de contribuição uma água (L/min)</b>	<b>Inclinação definida (m/m)</b>	<b>Diâmetro da calha semicircular (mm)</b>	<b>Comprimen to do trecho (m)</b>	<b>Diâmetro definido pelo Ábaco (mm)</b>
Acesso	120	35	70,00	0,5	100	14,59	75
	120	180	360,00	2	125	22,35	75
Reprodução e Gestaçao	120	193,392	<u>386,78</u>	2	125	31,6	75
Maternidade	120	185,537	371,07	2	125	22,22	75
Creche	120	107,983	215,97	2	100	16,6	75
Crescimento-Terminação	120	161,874	323,75	2	125	27,6	75

Fonte: elaborada pela Autora.

## APÊNDICE B – Quantificação e custos dos itens do sistema de aproveitamento pluvial

[illegible]

Material	Valor Unitário	Fonte	Apoio e Acesso		Reprodução		Maternidade		Creche		Terminação		Qnt. Tot.	Valor Total
			Qnt.	Valor	Qnt.	Valor	Qnt.	Valor	Qnt.	Valor	Qnt.	Valor		
Tubo PVC rígido - Esgoto Predial (D 100mm) 6m	R\$ 29,20	SINAPI	1	R\$ 29,20	1	R\$ 29,20	1	R\$ 29,20	1	R\$ 29,20	1	R\$ 29,20	5	R\$ 146,00
Luva simples, PVC - Esgoto Predial (D 100mm)	R\$ 3,78	SOS piscina	4	R\$ 15,12	4	R\$ 15,12	4	R\$ 15,12	4	R\$ 15,12	4	R\$ 15,12	20	R\$ 75,60
Joelho 45, PVC - Esgoto Predial (D 100mm)	R\$ 8,59	SINAPI	1	R\$ 8,59	1	R\$ 8,59	1	R\$ 8,59	1	R\$ 8,59	1	R\$ 8,59	5	R\$ 42,95
Junção simples, PVC - Esgoto Predial (D 100x100mm)	R\$ 20,99	SINAPI	1	R\$ 20,99	1	R\$ 20,99	1	R\$ 20,99	1	R\$ 20,99	1	R\$ 20,99	5	R\$ 104,95
Joelho 90°, PVC - Esgoto Predial (D 100mm)	R\$ 5,90	SINAPI	3	R\$ 17,70	3	R\$ 17,70	3	R\$ 17,70	3	R\$ 17,70	3	R\$ 17,70	15	R\$ 88,50
Tê 90 graus, PVC Esgoto Predial (D 100x100mm)	R\$ 16,90	SINAPI	1	R\$ 16,90	1	R\$ 16,90	1	R\$ 16,90	1	R\$ 16,90	1	R\$ 16,90	5	R\$ 84,50
Filtro Separador de folhas Fortlev	R\$ 77,00	Casa e construção	1	R\$ 77,00	1	R\$ 77,00	1	R\$ 77,00	1	R\$ 77,00	1	R\$ 77,00	18	R\$ 1.386,00
RESERVATÓRIO DESCARTE Fortlev 500 L	R\$ 283,40	Casa da cisterna	1	R\$ 283,40		R\$ 0,00		R\$ 0,00	1	R\$ 283,40		R\$ 0,00	16	R\$ 4.534,40

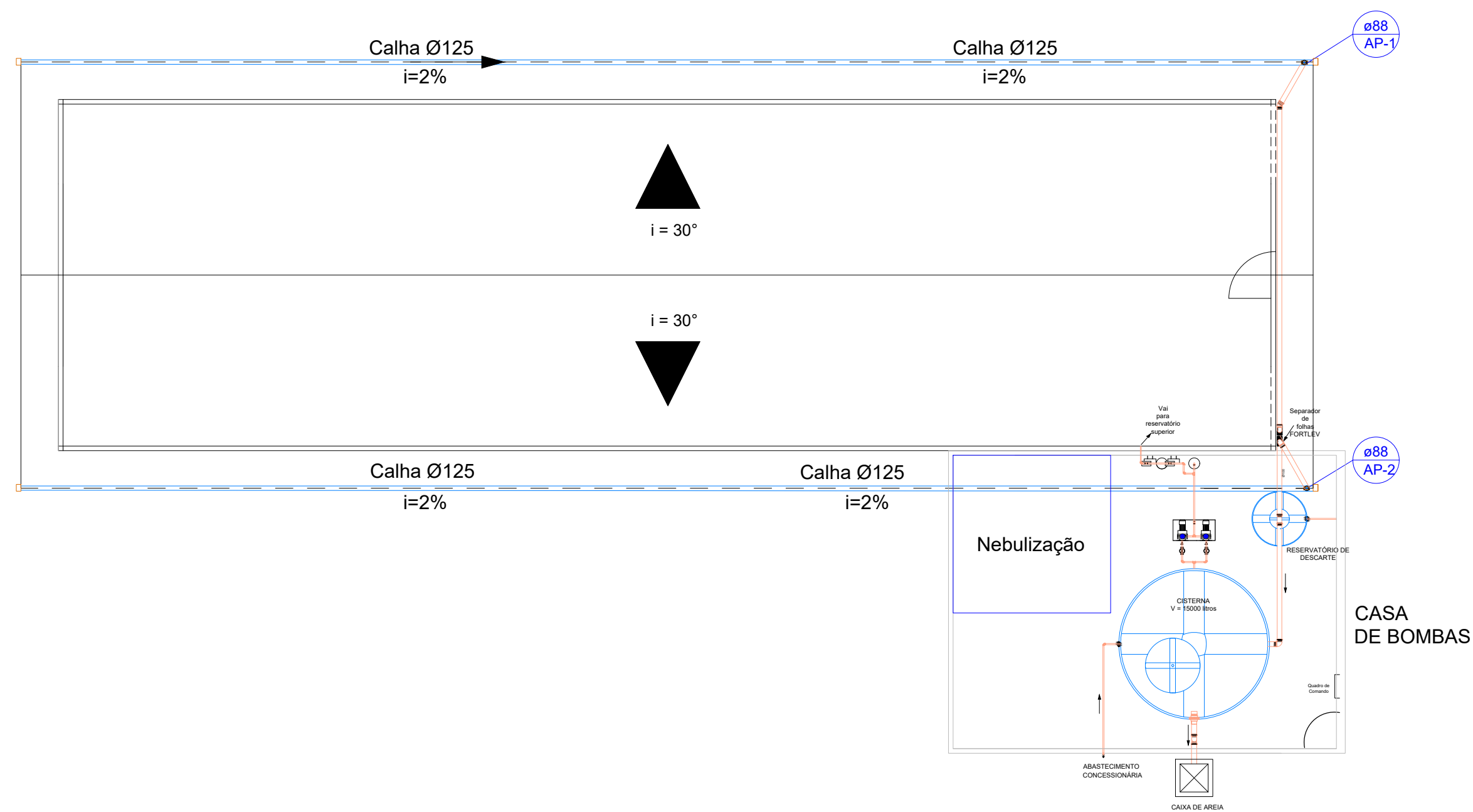
[illegible]



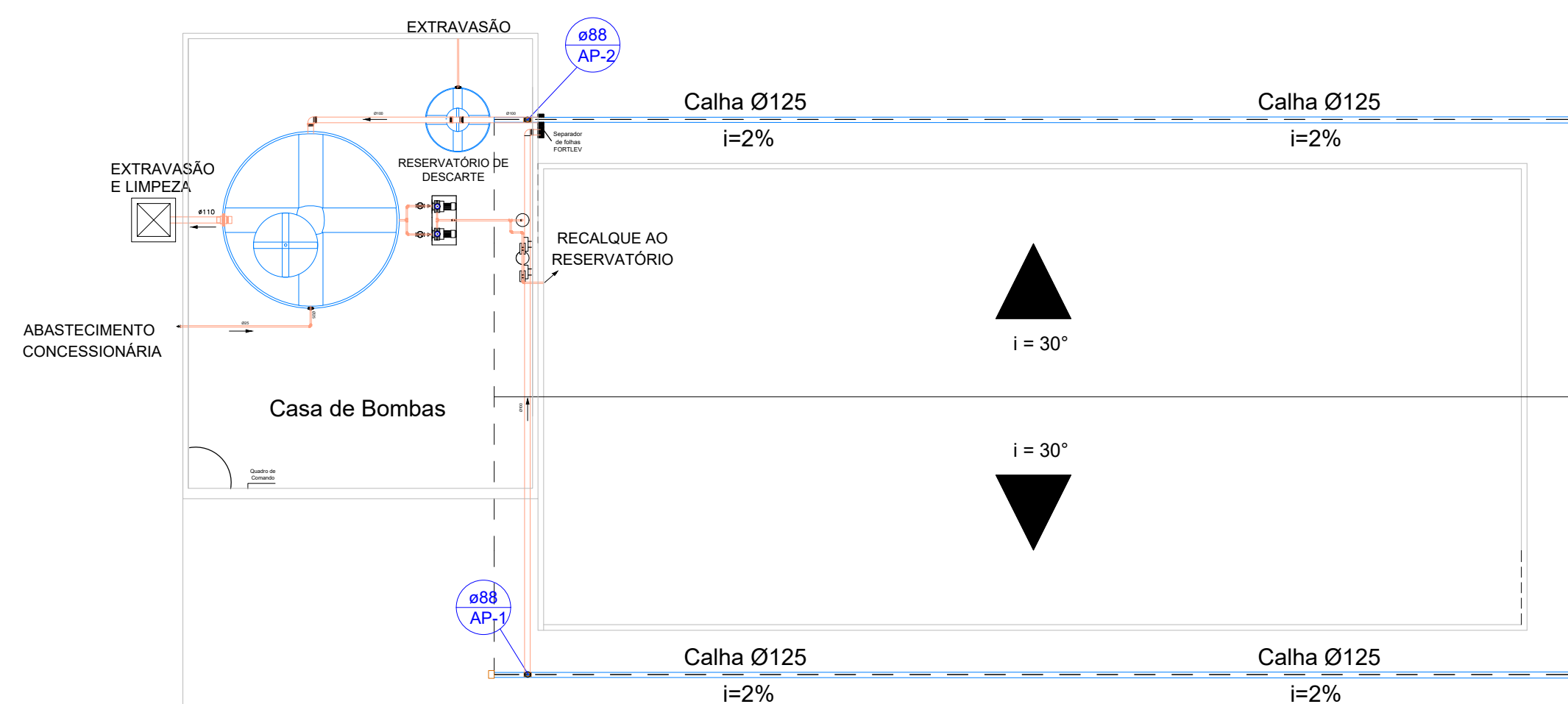


Material	Valor Unitário	Fonte	Apoio e Acesso		Reprodução		Maternidade		Creche		Terminação		Qnt. Tot.	Valor Total
			Qnt.	Valor	Qnt.	Valor	Qnt.	Valor	Qnt.	Valor	Qnt.	Valor		
Válvula solenoide	R\$ 335,00	Casa da cisterna	1	R\$ 335,00	1	R\$ 335,00	1	R\$ 335,00	1	R\$ 335,00	1	R\$ 335,00	34	R\$ 11.390,00
Filtro Rápido de Aço Inox, 2m³/h	R\$ 1.300,00	JOJACO		R\$ 0,00		R\$ 0,00	1	R\$ 1.300,00	1	R\$ 1.300,00	1	R\$ 1.300,00	34	R\$ 44.200,00
Filtro Rápido de Aço Inox, 2,5m³/h	R\$ 2.965,00	JOJACO	1	R\$ 2.965,00	1	R\$ 2.965,00		R\$ 0,00		R\$ 0,00	1	R\$ 2.965,00	34	R\$ 100.810,00
SOMATÓRIO			R\$ 11.118,75		R\$ 11.256,34		R\$ 9.316,54		R\$ 8.904,15		R\$ 12.464,74		R\$ 319.861,61	

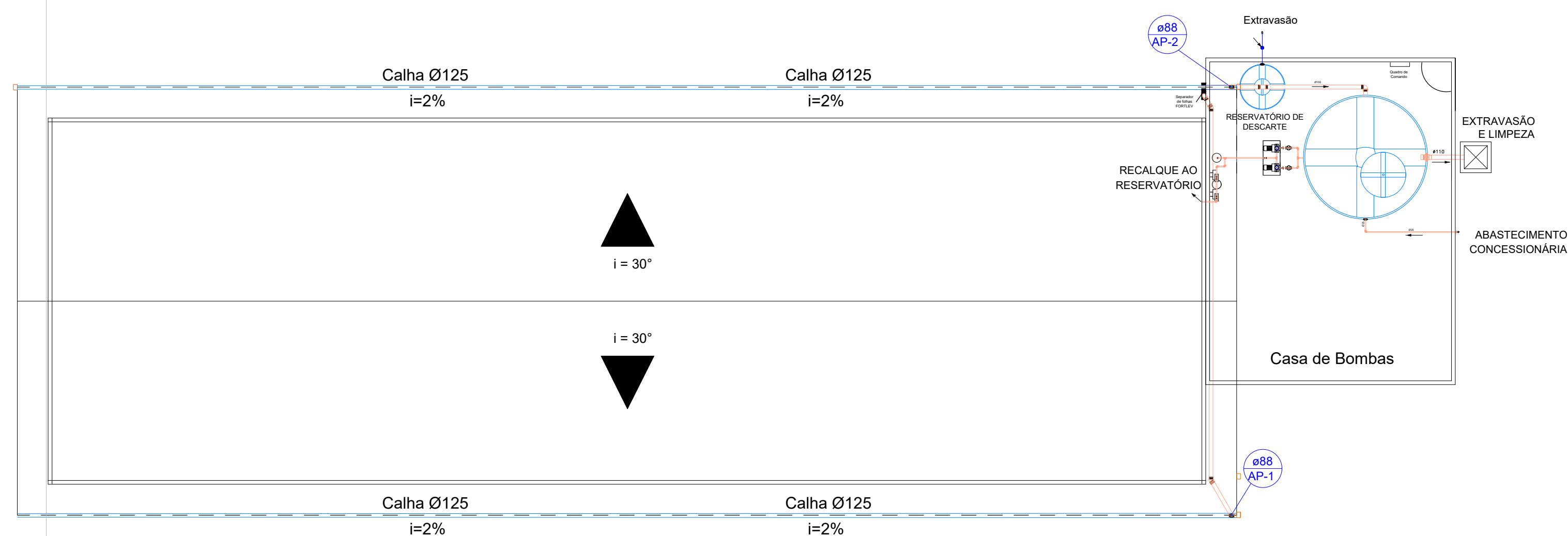
**APÊNDICE C – 01 – Planta Baixa dos Sistemas de Aproveitamento Pluvial**



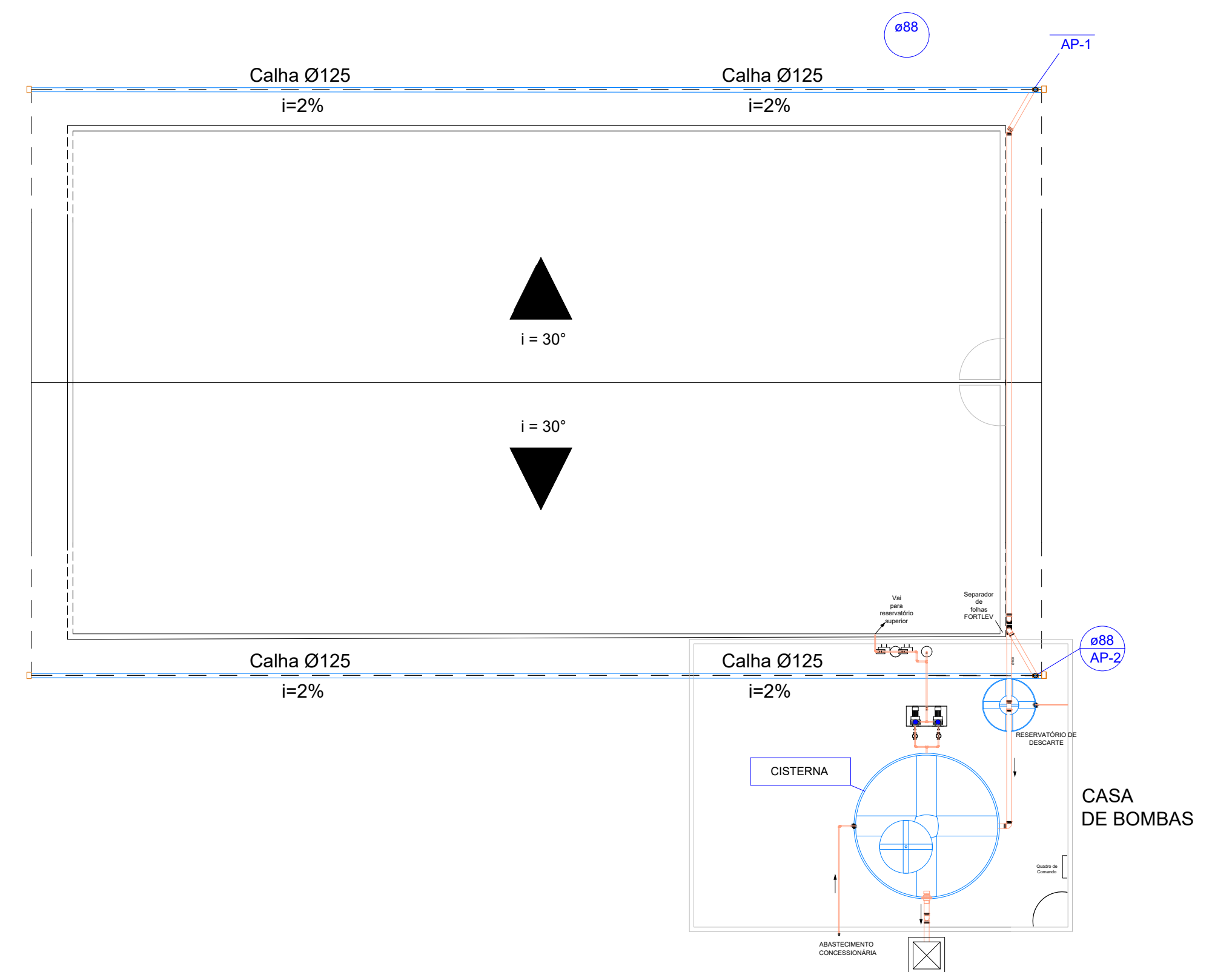
5 APROVEITAMENTO PLUVIAL – Crescimento e Terminação



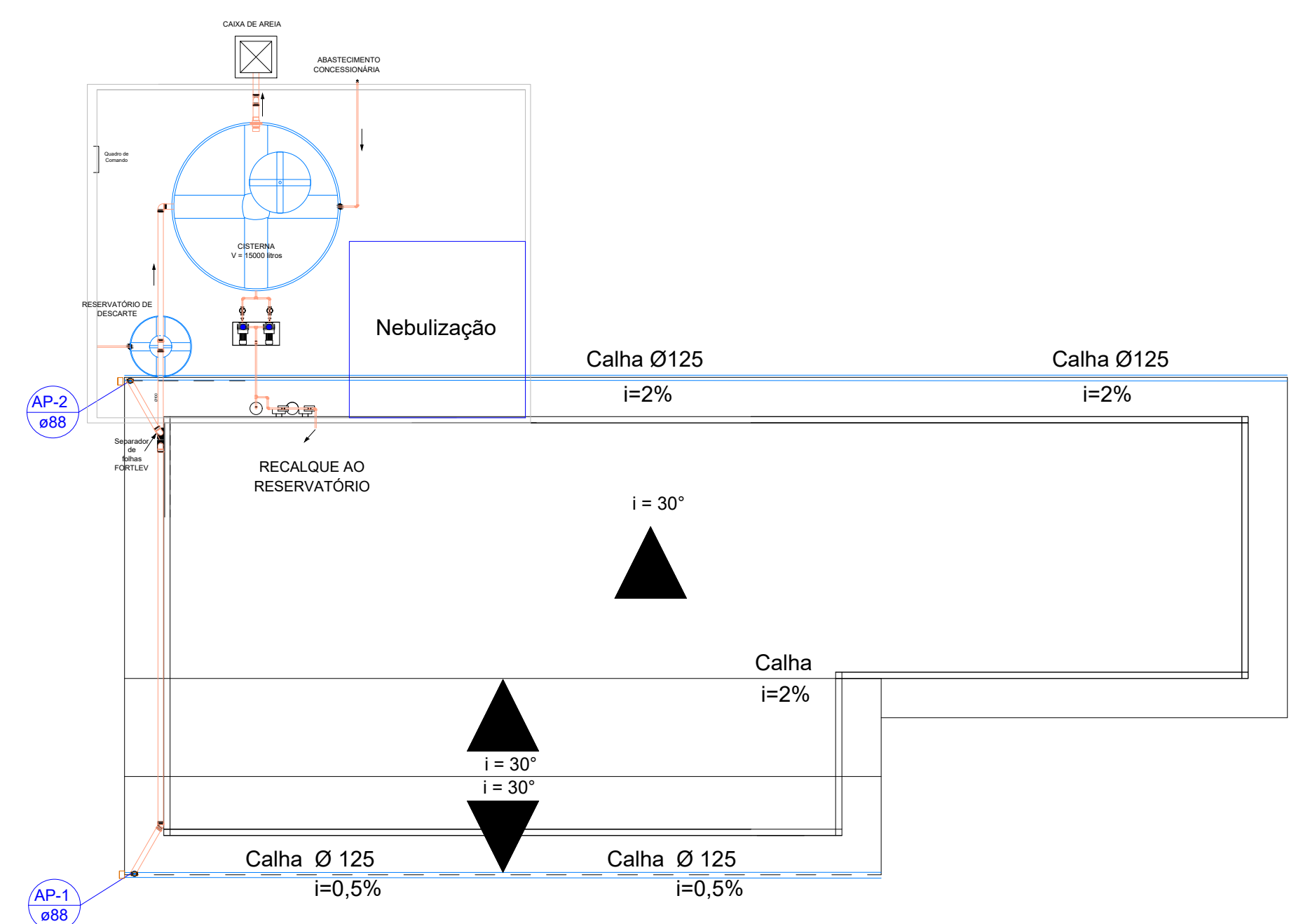
4 PAPROVEITAMENTO PLUVIAL – Creche



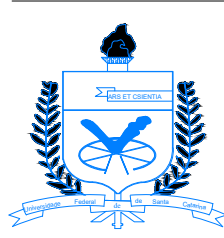
2 PLANTA BAIXA APROVEITAMENTO PLUVIAL – Reprodução e Geração



4 PAPROVEITAMENTO PLUVIAL – Maternidade



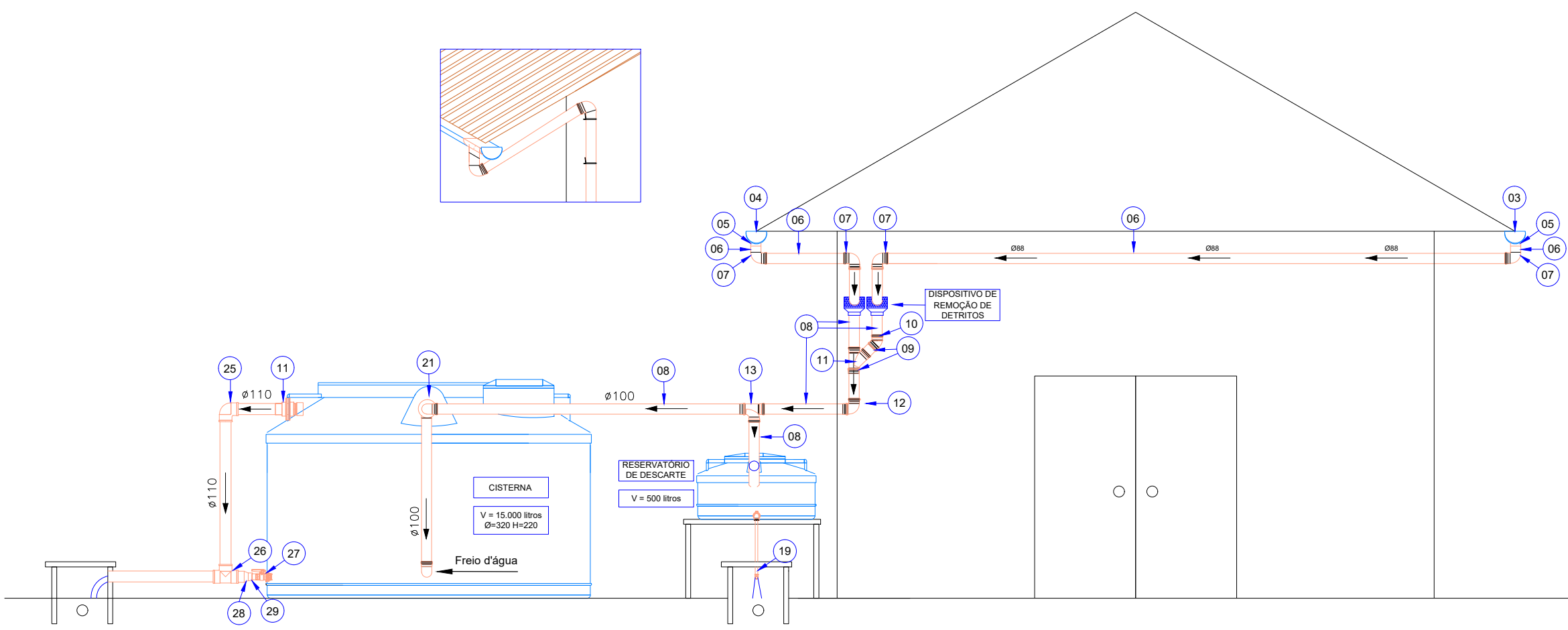
1 PLANTA BAIXA APROVEITAMENTO PLUVIAL – Apoio e Acesso

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		
	TÍTULO	Projeto Sustentável de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais e Efluentes em Unidade de Ensino em Suinocultura, em Florianópolis	
PROJETO	PLANTAS - APROVEITAMENTO PLUVIAL		
AUTORA:	Marina Costa Laus - 1210081-0		
Professor Orientador:	Ramon Lucas Dalsasso	ESCALA: 1/100	PRANCHA:
CURSO:	ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - UFSC	DATA: JUNHO/2018	01
		DESENHO: A Autora	/06

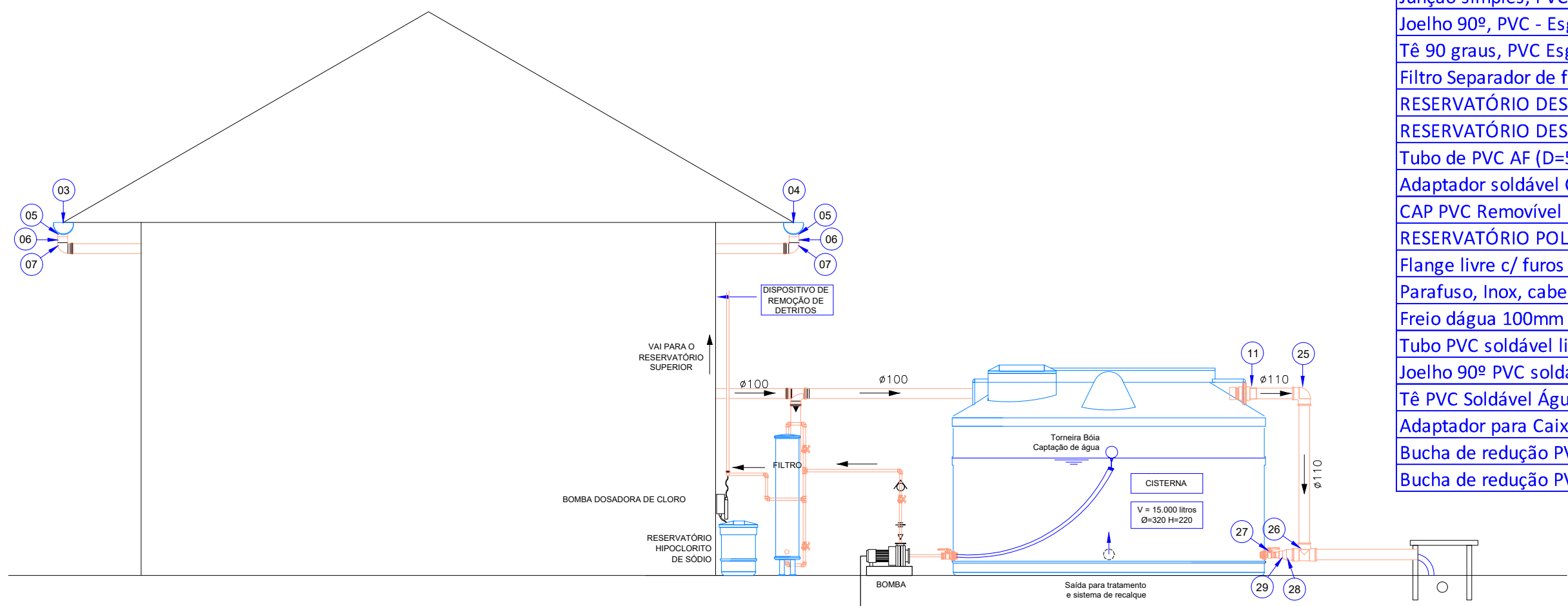
## **APÊNDICE D – 02 – Detalhes: Sistema de Aproveitamento Pluvial**

LEGENDA

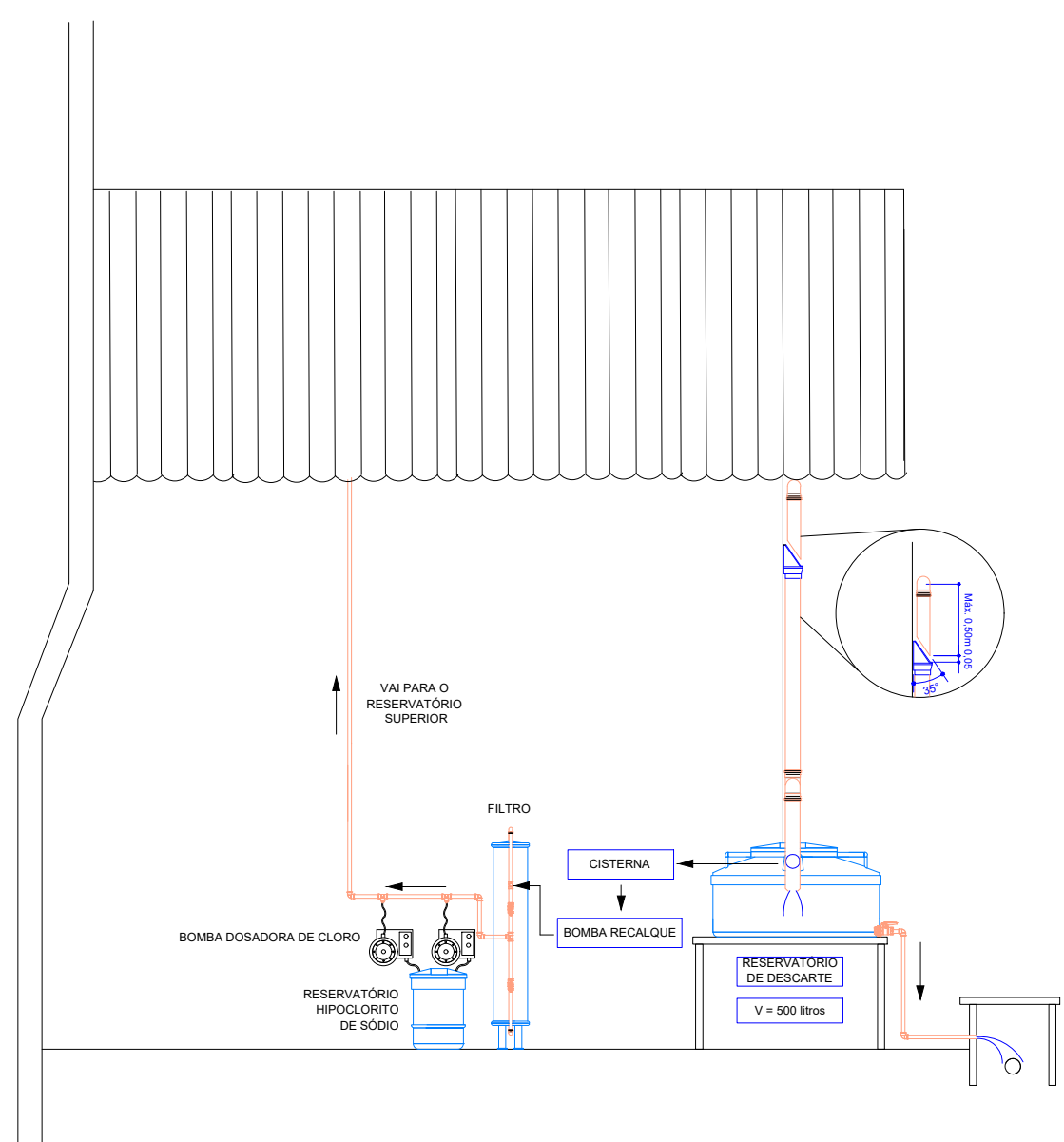
Calha para beiral - Linha Aquapluv (D 125mm) - 3m	1
Emenda p/ calha - Linha Aquapluv (D 125mm)	2
Cabeceira direita p/ calha -Linha Aquapluv ( D 125mm)	3
Cabeceira esquerda p/ calha - Linha Aquapluv (D 125mm)	4
Bocal p/ calha - Linha Aquapluv (D 125x88mm)	5
Condutor circular - Linha Aquapluv (D 88mm) 3 m	6
Joelho 90o circular - Linha Aquapluv (D 88mm)	7
Tubo PVC rígido - Esgoto Predial (D 100mm) 6m	8
Luva simples, PVC - Esgoto Predial (D 100mm)	9
Joelho 45, PVC - Esgoto Predial (D 100mm)	10
Junção simples, PVC - Esgoto Predial (D 100x100mm)	11
Joelho 90º, PVC - Esgoto Predial (D 100mm)	12
Tê 90 graus, PVC Esgoto Predial (D 100x100mm)	13
Filtro Separador de folhas Fortlev	14
RESERVATÓRIO DESCARTE fortlev 500 L	15
RESERVATÓRIO DESCARTE fortlev 1000 L	16
Tubo de PVC AF (D=50mm) 3m	17
Adaptador soldável Curto p/ registro 50mm x 1 ½ ”	18
CAP PVC Removível 1 1/2" (com orifício feito por broca)	19
RESERVATÓRIO POLIETILENO 15000 litros Fortlev	20
Flange livre c/ furos Linha PBS 110 mm	21
Parafuso, inox, cabeça sextavada, com porca e arruelas. 5/16 x 3"	22
Freio d'água 100mm	23
Tubo PVC soldável linha AF - Água Fria (D = 110mm) - 3m	24
Joelho 90º PVC soldável Linha Água Fria (D= 110mm)	25
Tê PVC Soldável Água Fria 110mm	26
Adaptador para Caixa d'água com registro PVC 50 mm	27
Bucha de redução PVC soldável curta Linha AF 60 x 50 mm	28
Bucha de redução PVC soldável longa Linha AF 110 x 60 mm	29



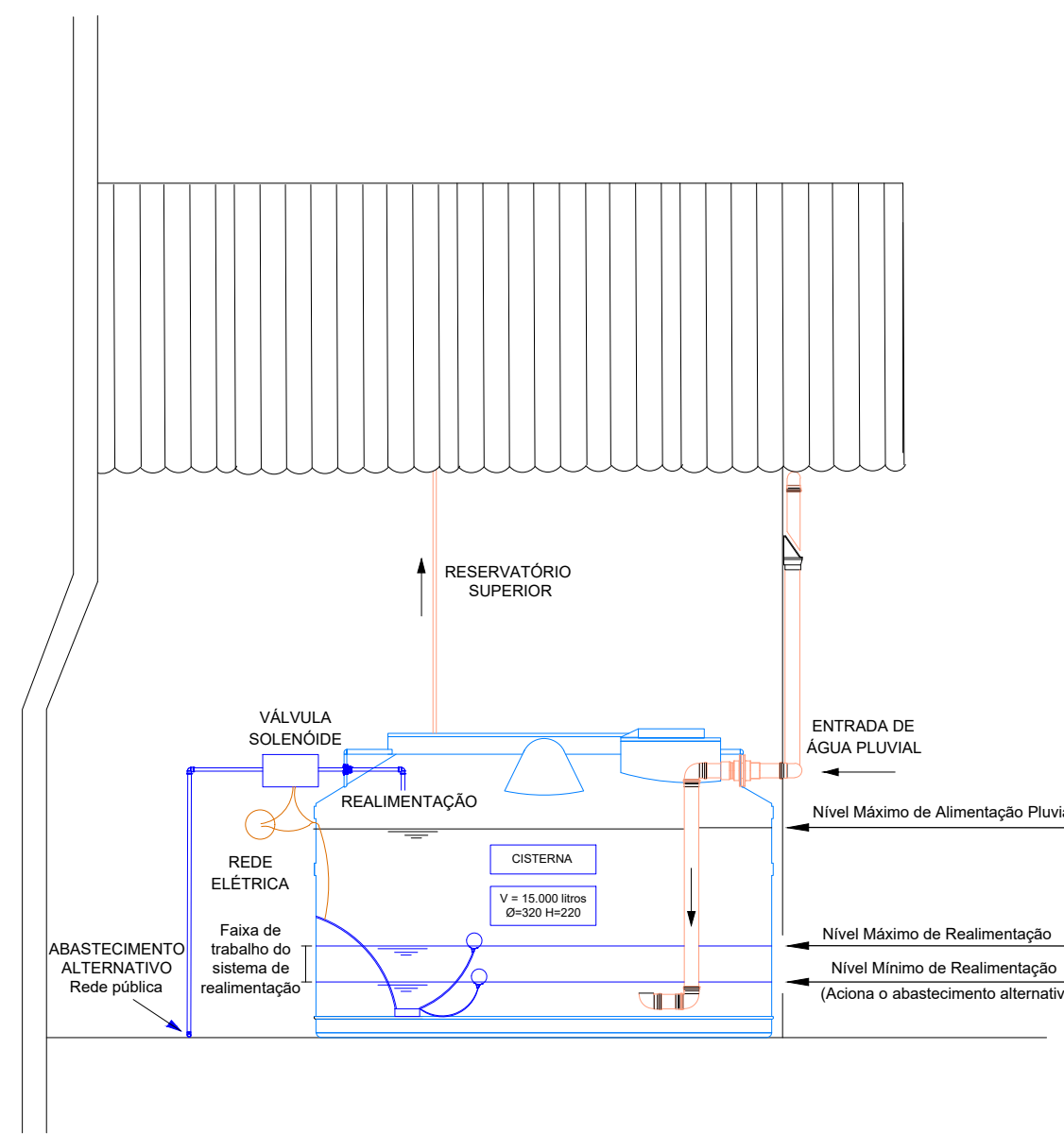
1 CORTE AA



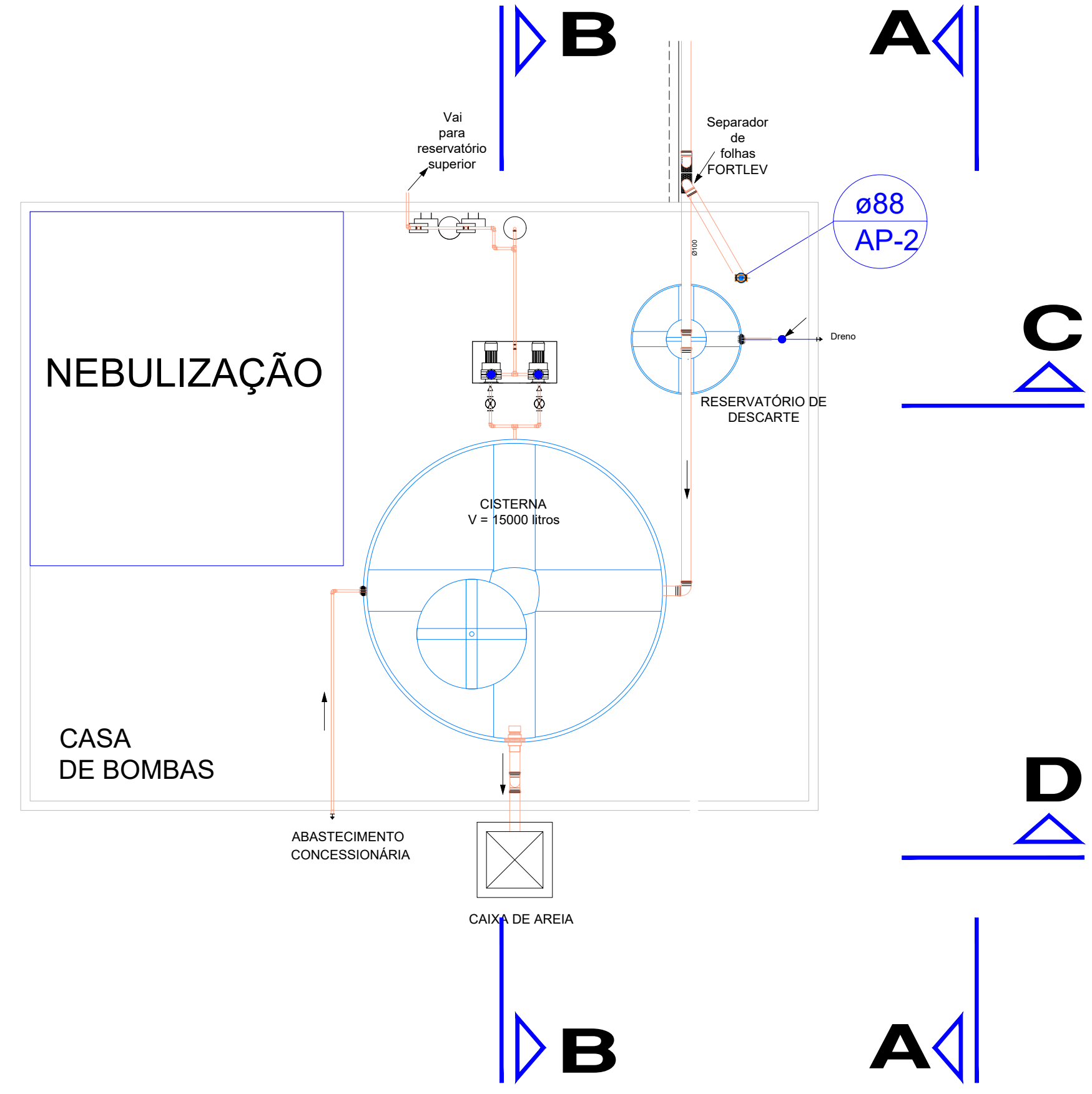
2 CORTE BB



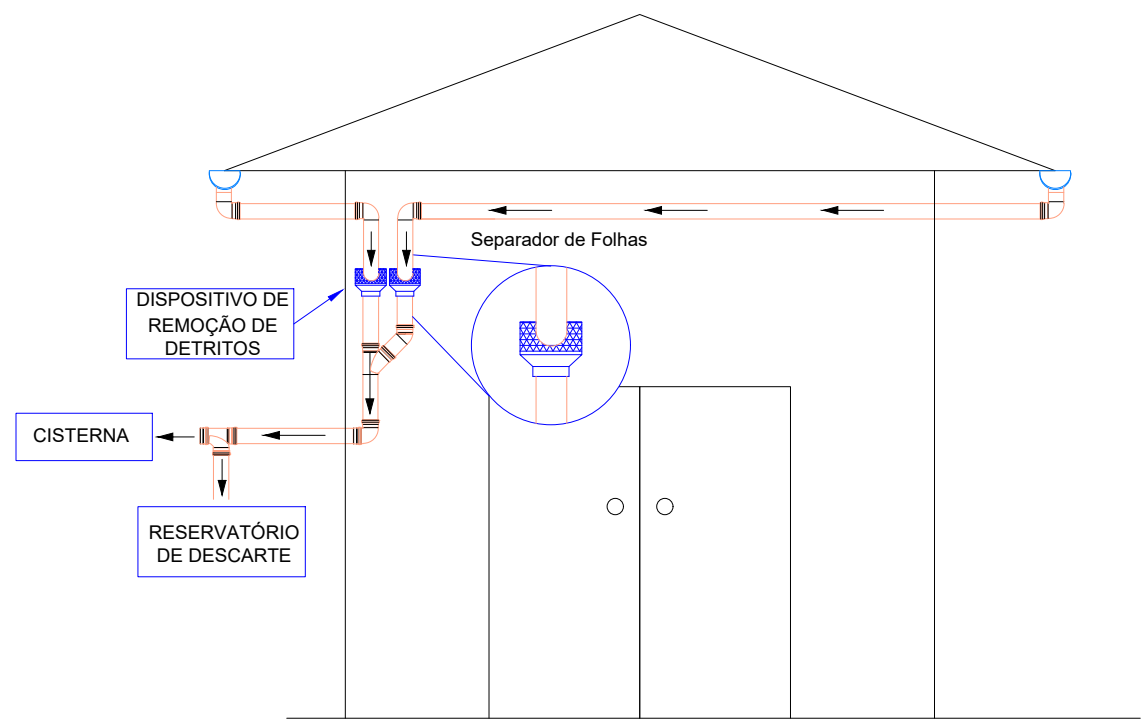
3 CORTE CC



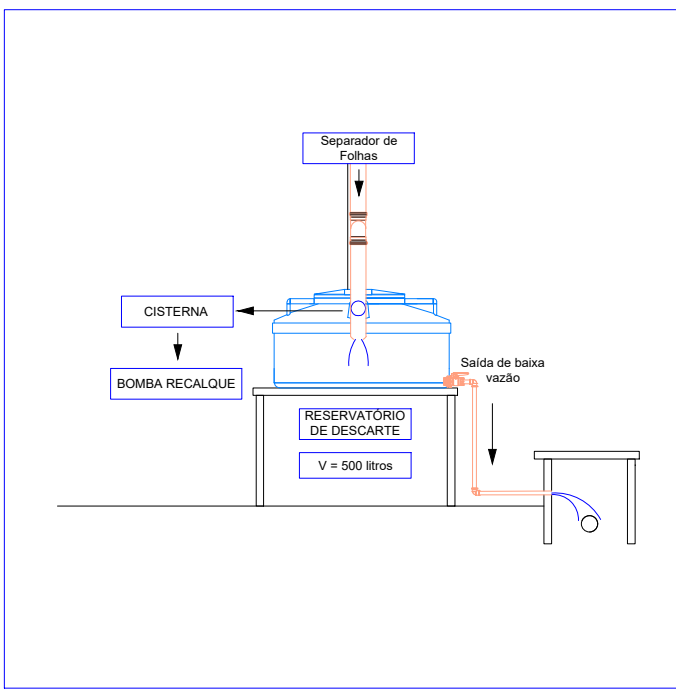
4 CORTE DD



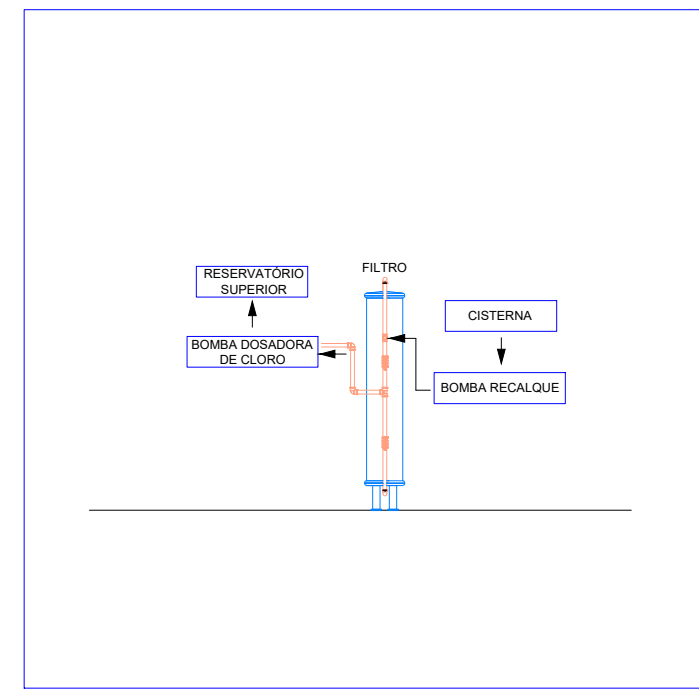
5 PLANTA BAIXA – APROVEITAMENTO PLUVIAL  
Escala: 1/100



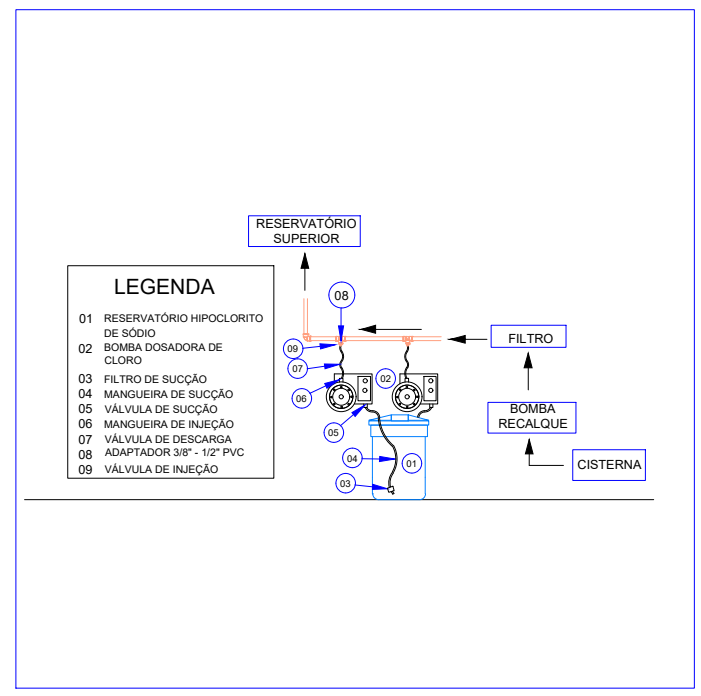
6 Separador de Folhas



7 Reservatório de Descarte



8 Filtro Rápido



9 Bomba Dosadota

### TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO Projeto Sustentável de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais e Efluentes em Unidade de Ensino em Suinocultura, em Florianópolis

PROJETO

DETALHES - Sistema de Aproveitamento Pluvial

AUTORA:

Marina Costa Laus - 1210081-0

Professor Orientador:

Ramon Lucas Dalsasso

CURSO:

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - UFSC

ESCALA:

1/50

PRANCHA:

02

DATA:

JUNHO/2018

DESENHO:

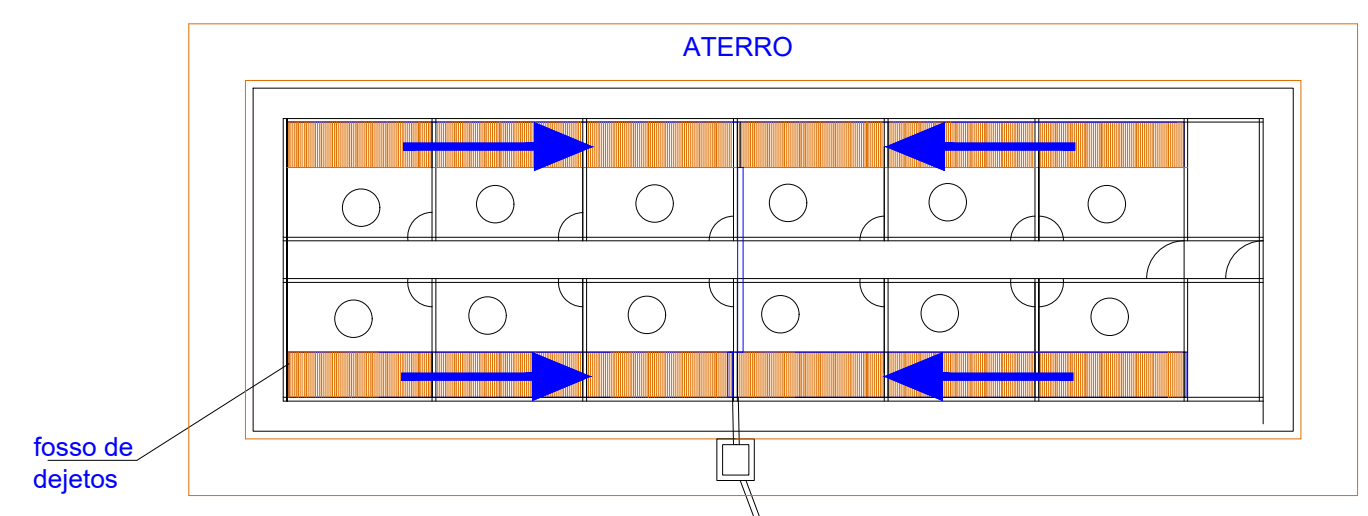
A Autora

02

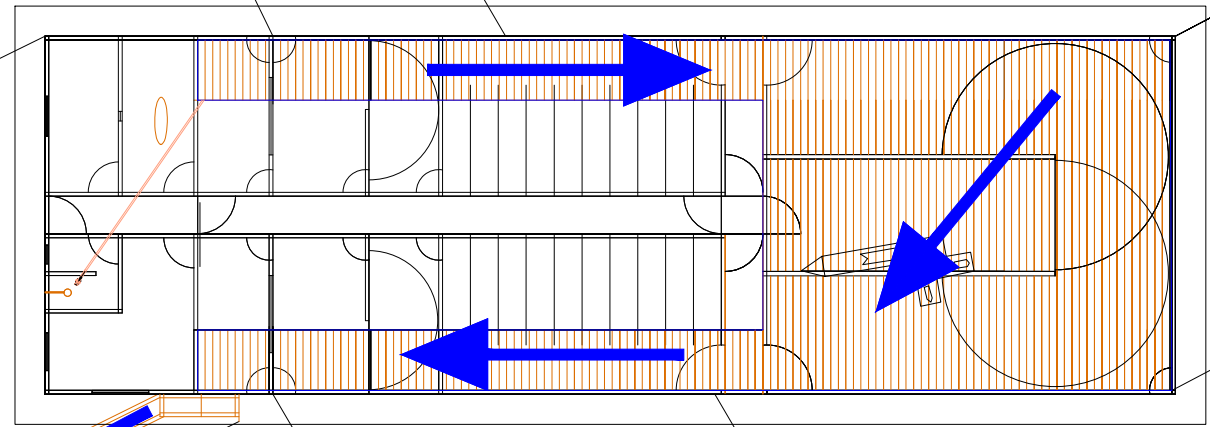
**APÊNDICE E – 03 – Planta Dejetos: Escoamento e Locação  
Elevatória**



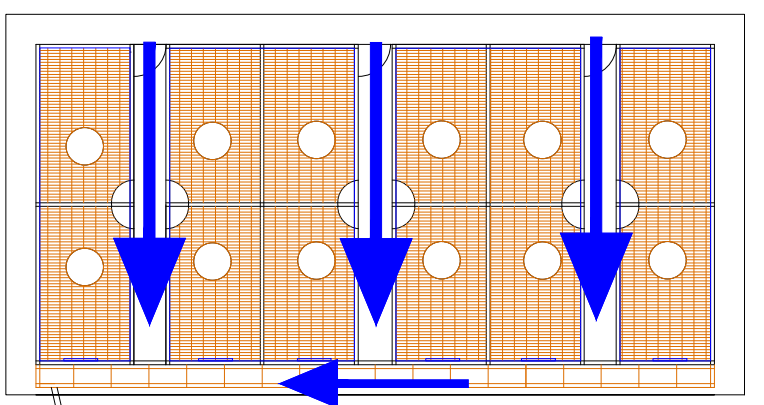
Crescimento e  
Terminação



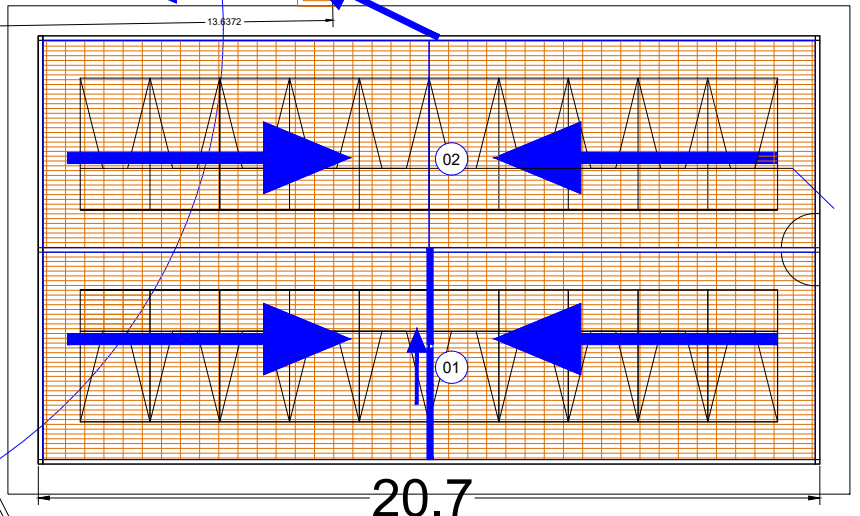
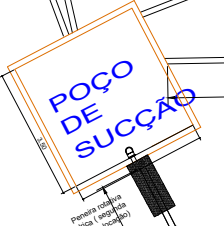
Gestação



Creche

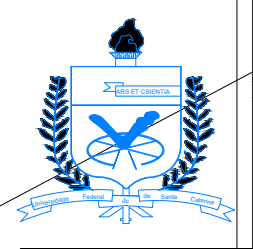


Maternidade



Elevatória

Casa de Apoio  
e Acesso



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO Projeto Sustentável de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais e Efluentes em Unidade de Ensino em Suinocultura, em Florianópolis

PROJETO DEJETOS - Escoamento e locação elevatória

AUTORA: Marina Costa Laus - 1210081-0

Professor Orientador: Ramon Lucas Dalsasso

ESCALA: 1/100

PRANCHA:

CURSO: ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - UFSC

DATA: JUNHO/2018

DESENHO: A Autora

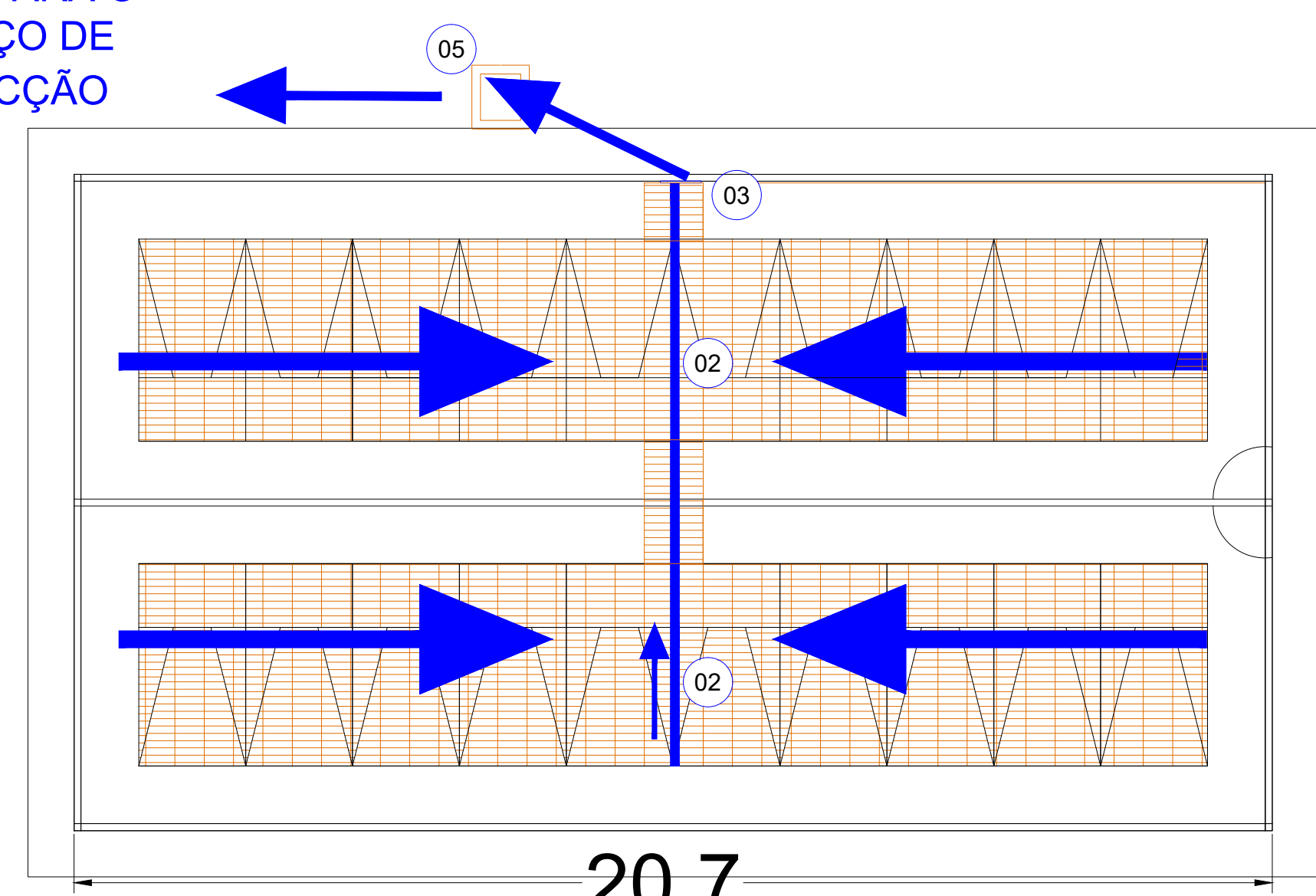
03

/06

**APÊNDICE F – 04 – Planta Baixa Sistema de Dejetos: Galpão de  
Reprodução e Gestação, Maternidade e Creche**

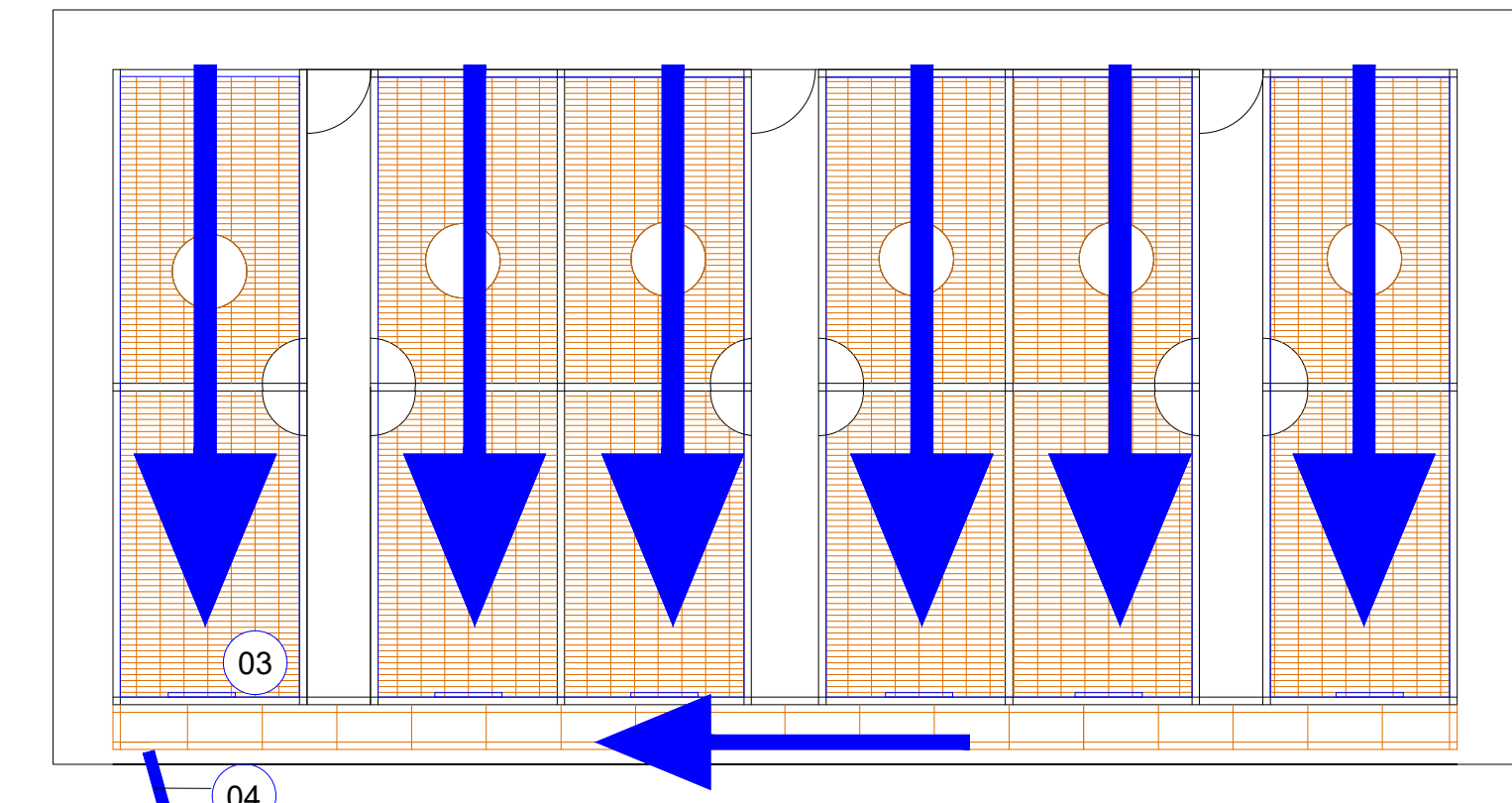


VAI PARA O  
POÇO DE  
SUCÇÃO



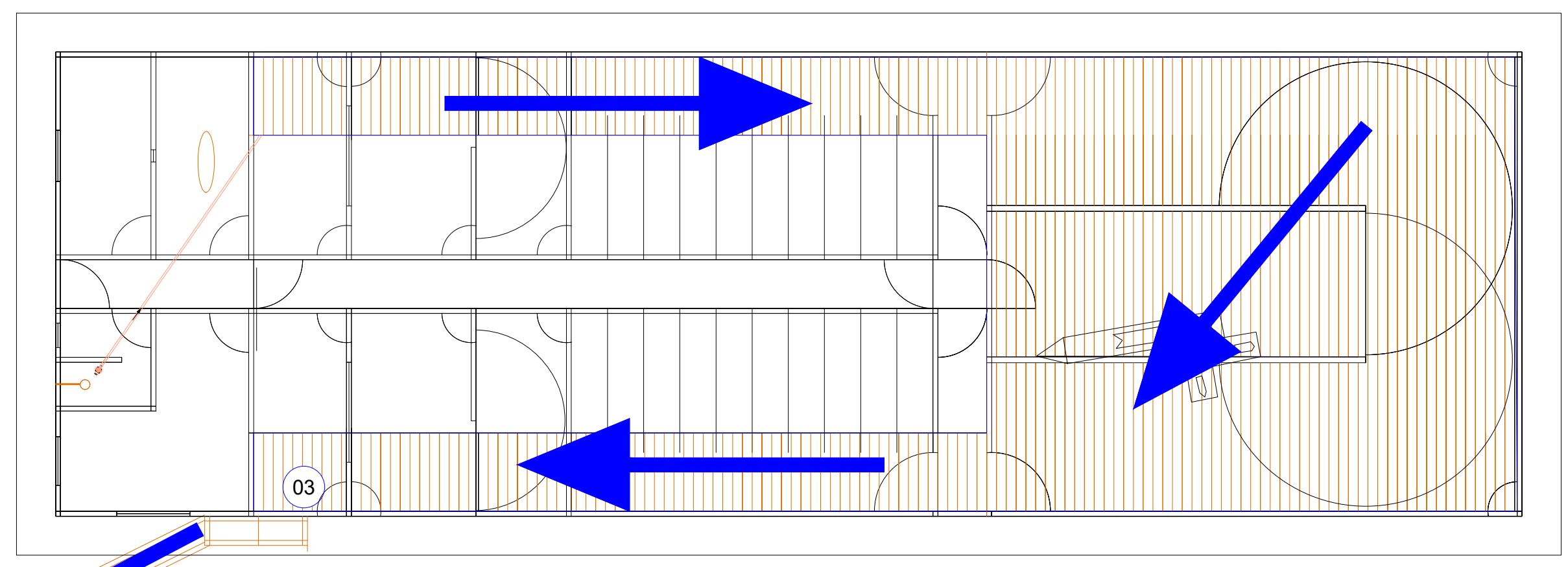
2 PLANTA BAIXA - MATERNIDADE

- LEGENDA**
- 01 TUBULAÇÃO PVC - ESGOTO PREDIAL (Ø100)
  - 02 CANALETA - TUBULAÇÃO SEMICIRCULAR PVC (Ø100)
  - 03 COMPORTA COM VEDAÇÃO
  - 04 TUBULAÇÃO PVC - ESGOTO PREDIAL (Ø100)
  - 05 CAIXA DE PASSAGEM

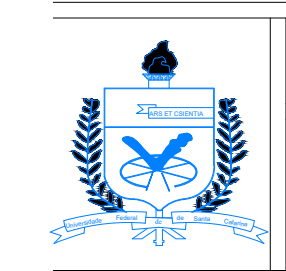


VAI PARA O  
POÇO DE  
SUCÇÃO

3 PLANTA BAIXA - CRECHE



1 PLANTA BAIXA - REPRODUÇÃO E GESTAÇÃO



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

TÍTULO Projeto Sustentável de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais e Efluentes em Unidade de Ensino em Suinocultura, em Florianópolis

PROJETO PLATA BAIXA - DEJETOS - Rep., Mater., Creche

AUTORA: Marina Costa Laus - 1210081-0

Professor Orientador: Ramon Lucas Dalsasso

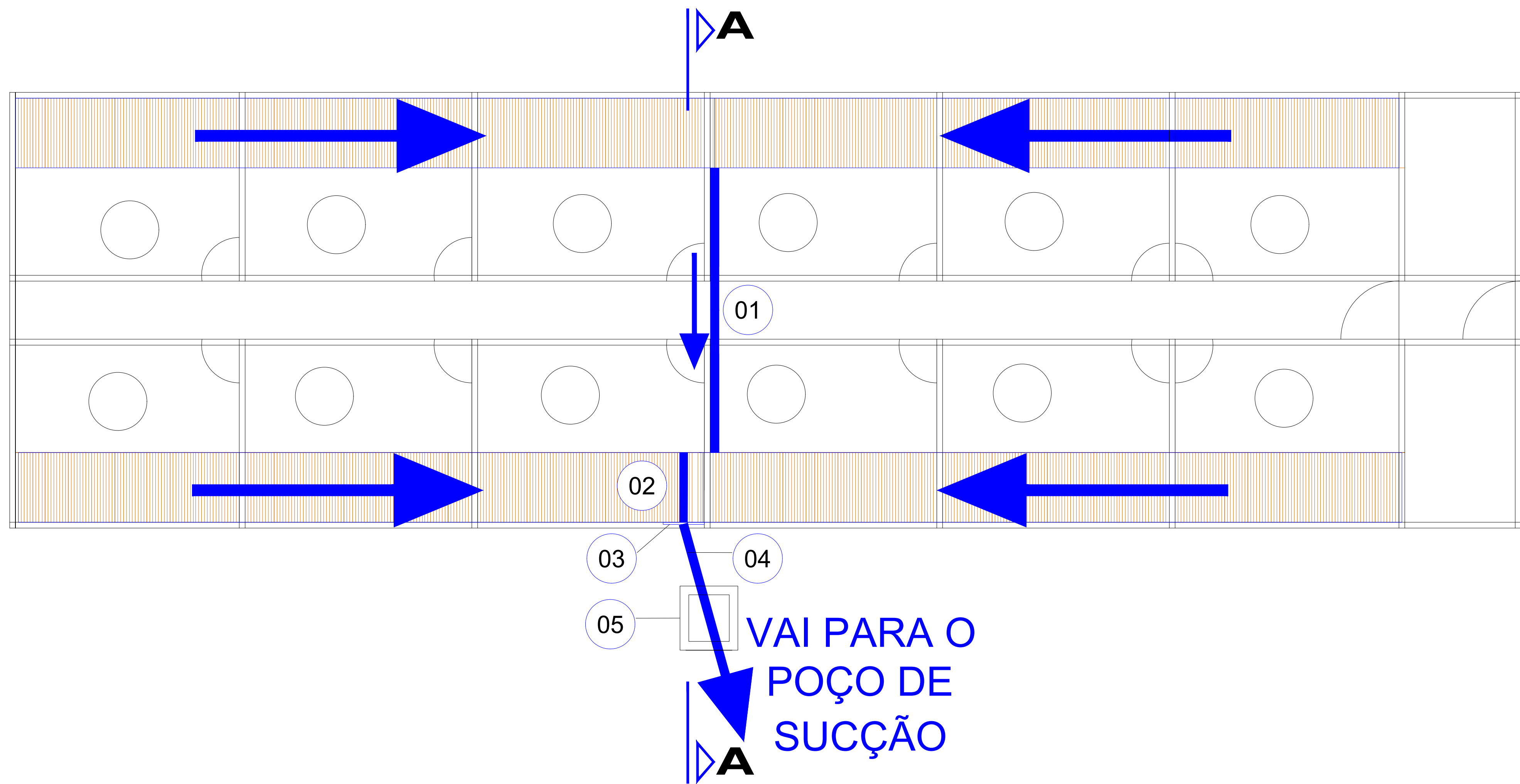
CURSO: ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - UFSC

ESCALA: 1/100

PRANCHA: DATA: JUNHO/2018

DESENHO: A Autora

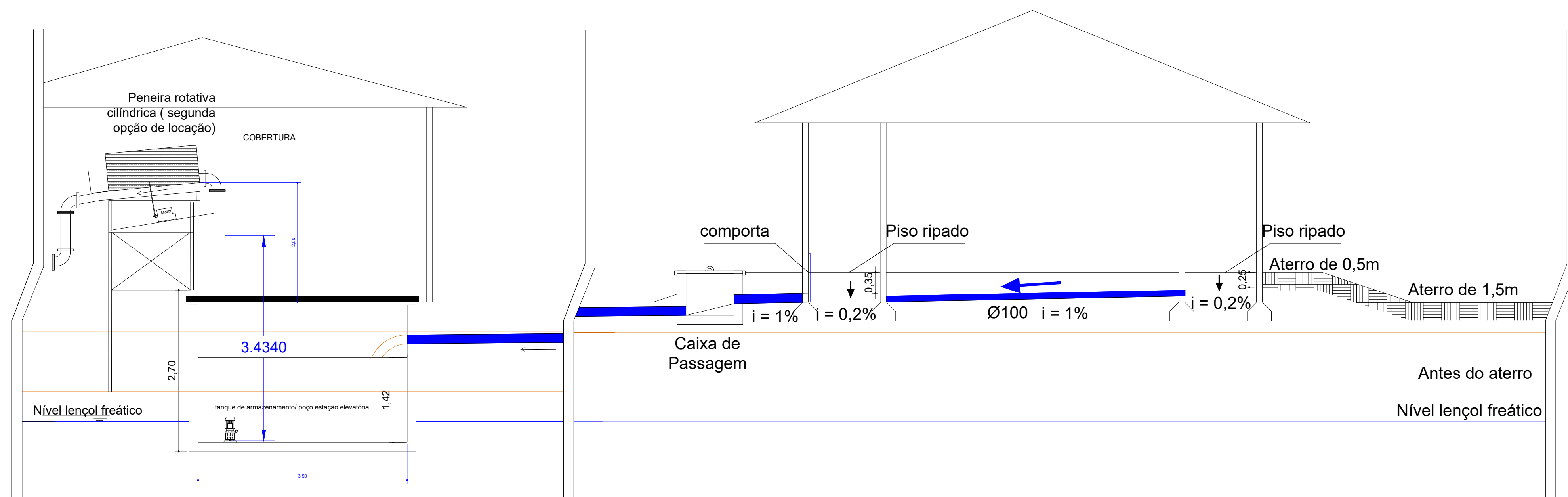
**APÊNDICE G – 05 – Planta Baixa e Corte: Galpão de Crescimento-  
Terminação**



LEGENDA	
01	TUBULAÇÃO PVC - ESGOTO PREDIAL (Ø100)
02	CANALETA -TUBULAÇÃO SEMICIRCULAR PVC (Ø100)
03	COMPORTA COM VEDAÇÃO
04	TUBULAÇÃO PVC - ESGOTO PREDIAL (Ø100)
05	CAIXA DE PASSAGEM

1 PLANTA BAIXA – Crescimento – terminação

## Crescimento e Terminação

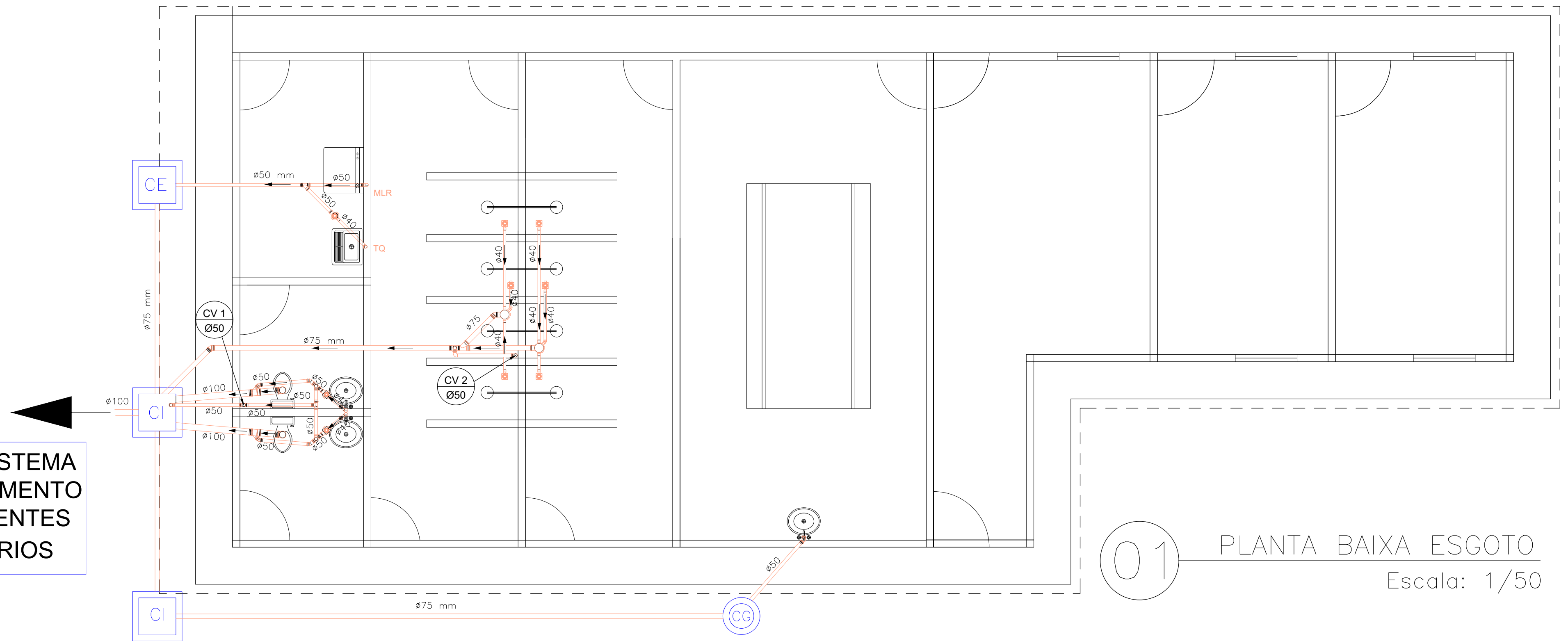


2 CORTE AA – Crescimento e Terminação

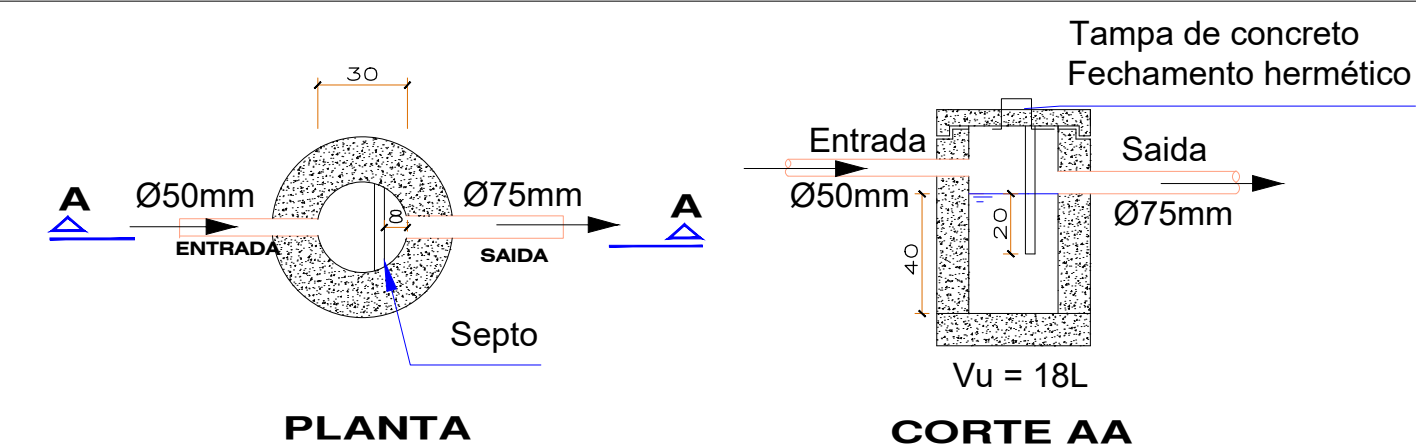
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
	TÍTULO	Projeto Sustentável de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais e Efluentes em Unidade de Ensino em Suinocultura, em Florianópolis
	TÍTULO PLATA BAIXA E CORTE - DEJETOS - Terminação	
	AUTORA:	Marina Costa Laus - 1210081-0
Professor Orientador:	ESCALA:	PRANCHA:
Ramon Lucas Dalsasso	1/50	
CURSO:	DATA:	
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - UFSC	JUNHO/2018	
	DESENHO:	
	A Autora	

**APÊNDICE H – 06 – Planta Baixa e Detalhes: Sistema de Esgoto  
Sanitário**

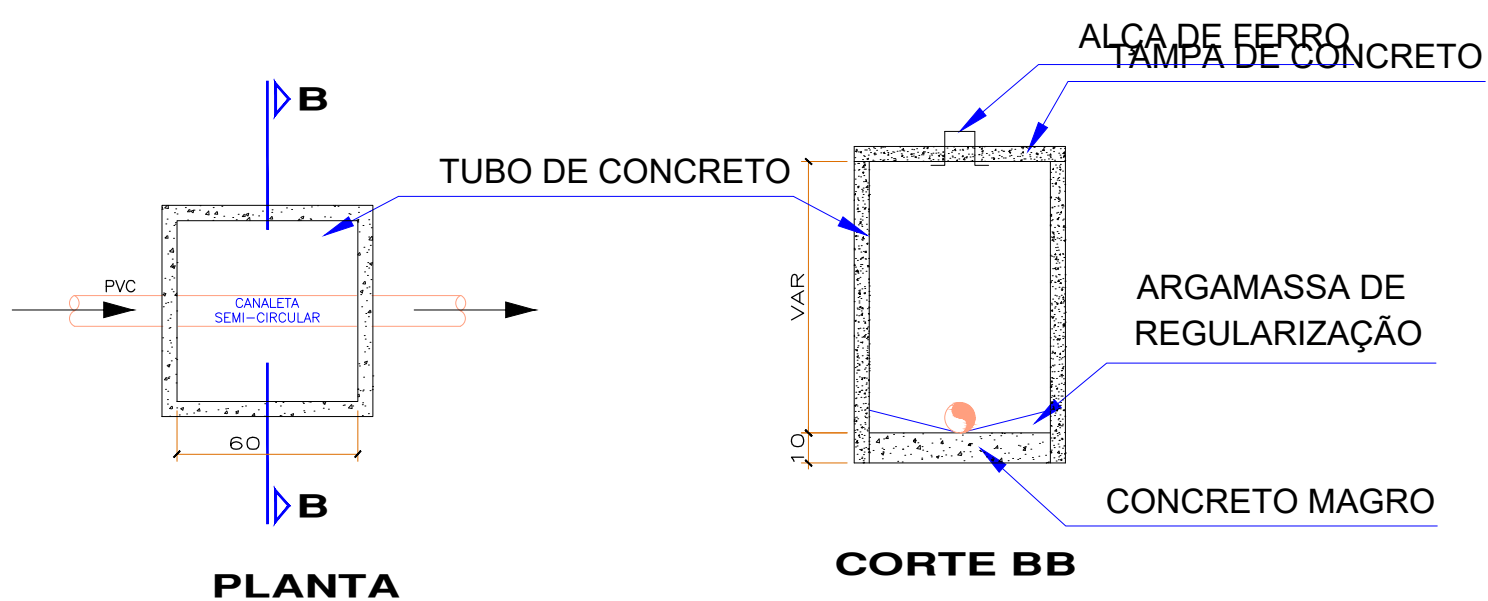
VAI AO SISTEMA  
DE TRATAMENTO  
DE EFLUENTES  
SANITÁRIOS



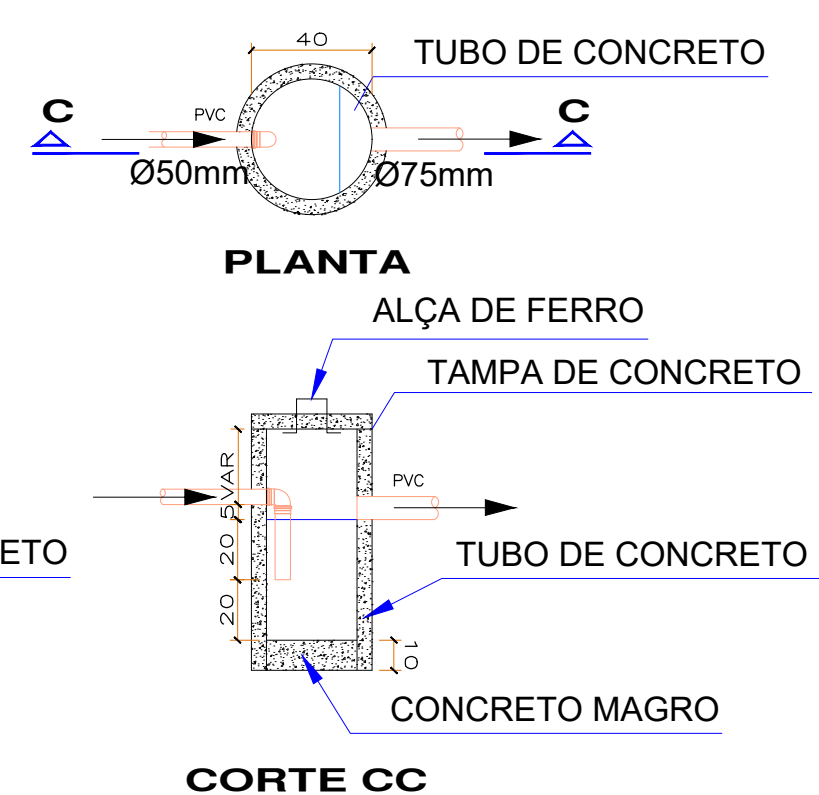
01 PLANTA BAIXA ESGOTO  
Escala: 1/50



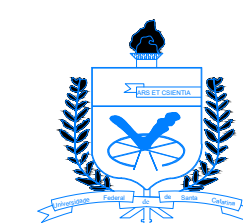
CAIXA DE GORDURA  
ESCALA 1:25



CAIXA DE INSPEÇÃO  
ESCALA 1:25



CAIXA SIFONADA  
ESCALA 1:25



## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO Projeto Sustentável de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais e Efluentes em Unidade de Ensino em Suinocultura, em Florianópolis

TÍTULO DETALHES - Sistema de Efluentes Sanitários

AUTORA: Marina Costa Laus - 1210081-0

Professor Orientador: Ramon Lucas Dalsasso

CURSO: ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - UFSC

ESCALA: INDICADAS

DATA: JUNHO/2018

DESENHO: A Autora

PRANCHA:

06

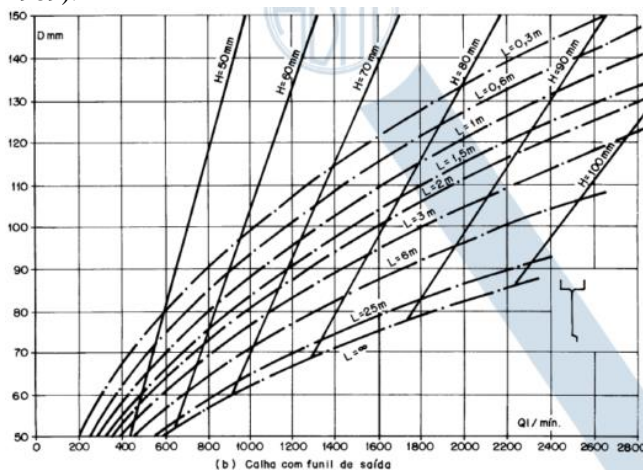
/05

## ANEXO A – Anexos e figuras utilizados na elaboração desse projeto.

Capacidade de calhas semicirculares com coeficiente de rugosidade  $n = 0,011$  (Vazão em L/min) (ABNT, 1989).

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Ábaco para determinação de diâmetros de condutores verticais (ABNT, 1989).



Capacidade de condutores horizontais de seção circular (ABNT, 1989).

	Diámetro interno (D) (mm)	$\bar{n} = 0,011$				$\bar{n} = 0,012$				$\bar{n} = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

## ANEXO B – Planilhas de custos do sistema de recalque

Quantitativo de materiais: captação de água da chuva da Unidade de Acesso.

Material	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor Total	Fonte
Adaptador PVC soldável, com flange e anel de vedação, 25 mm X 3/4", para Caixa d'água	1	un.	R\$ 10,70	R\$ 10,70	SINAPI
Adaptador PVC Soldável com bolsa e rosca, 20 mm X 1/2", para água fria	2	un.	R\$ 0,50	R\$ 1,00	SINAPI
Areia Fina - p/ casa de bombas	11	m³	R\$ 70,00	R\$ 770,00	SINAPI
Bloco cerâmico, 6 furos, de 9 X 14 X 19 cm - p/ casa de bombas	6675	un.	R\$ 0,37	R\$ 2.469,75	SINAPI
Bomba Autoaspirante Versajet VJ-07, 3/4 CV, Schneider	2	un.	R\$ 1.294,45	R\$ 2.588,90	Schneider
Bomba dosadora de cloro 500 mL/h Exatta EX00504	2	un.	R\$ 747,15	R\$ 1.494,30	Exatta
Bucha de redução de PVC, curta, 25 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,32	R\$ 0,64	SINAPI
Bucha de redução de PVC, longa, 32 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 1,38	R\$ 2,76	SINAPI
Bucha de redução de PVC, curta, 32 X 25 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,61	R\$ 1,22	SINAPI
Cal hidratada CH-I para argamassas - p/ casa de bombas	1306	kg	R\$ 0,47	R\$ 613,82	SINAPI
Cimento Portland Composto CP II-32 (Saco de 50 kg) - p/ casa de bombas	27	50 kg	R\$ 23,95	R\$ 646,65	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	15	un.	R\$ 1,62	R\$ 24,30	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	2	un.	R\$ 2,33	R\$ 4,66	SINAPI
<a href="#">Eletro Bóia Schneider</a>	1	un.	R\$ 30,00	R\$ 30,00	Schneider
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 20 mm	4	un.	R\$ 6,69	R\$ 26,76	SINAPI
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 25 mm	2	un.	R\$ 8,02	R\$ 16,04	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	4	un.	R\$ 0,58	R\$ 2,32	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	1	un.	R\$ 0,80	R\$ 0,80	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 20 mm, água fria (NBR-5648)	39	M	R\$ 2,19	R\$ 85,41	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 25 mm, água fria (NBR-5648)	1	M	R\$ 2,91	R\$ 2,91	SINAPI
União PVC, soldável, 20mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 4,75	R\$ 9,50	SINAPI
Válvula De Pé Com Crivo PVC Soldável 25mm	1	un.	R\$ 9,90	R\$ 9,90	Tigre
Válvula de retenção soldável 20 mm	2	un.	R\$ 23,40	R\$ 46,80	Higiban
Válvula Solenoide para Água 12V 180° (1/2 x 1/2)	2	un.	R\$ 37,90	R\$ 75,80	Baú da eletrônica
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 8.934,94</b>	

**Fonte:** Berns (2018).



Quantitativo de materiais: captação de água da chuva da Unidade de Geração.

Material	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor Total	Fonte
Adaptador PVC soldável, com flange e anel de vedação, 25 mm X 3/4", para Caixa d'água	1	un.	R\$ 10,70	R\$ 10,70	SINAPI
Adaptador PVC Soldável com bolsa e rosca, 20 mm X 1/2", para água fria	2	un.	R\$ 0,50	R\$ 1,00	SINAPI
Areia Fina - p/ casa de bombas	13	m³	R\$ 70,00	R\$ 910,00	SINAPI
Bloco cerâmico, 6 furos, de 9 X 14 X 19 cm - p/ casa de bombas	8530	un.	R\$ 0,37	R\$ 3.156,10	SINAPI
Bomba Autoaspirante Versajet VJ-07, 3/4 CV, Schneider	2	un.	R\$ 1.294,45	R\$ 2.588,90	Schneider
Bomba dosadora de cloro 500 mL/h Exatta EX00504	2	un.	R\$ 747,15	R\$ 1.494,30	Exatta
Bucha de redução de PVC, curta, 25 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,32	R\$ 0,64	SINAPI
Bucha de redução de PVC, longa, 32 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 1,38	R\$ 2,76	SINAPI
Bucha de redução de PVC, curta, 32 X 25 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,61	R\$ 1,22	SINAPI
Cal hidratada CH-I para argamassas - p/ casa de bombas	1670	kg	R\$ 0,47	R\$ 784,90	SINAPI
Cimento Portland Composto CP II-32 (Saco de 50 kg) - p/ casa de bombas	34	50 kg	R\$ 23,95	R\$ 814,30	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	15	un.	R\$ 1,62	R\$ 24,30	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	2	un.	R\$ 2,33	R\$ 4,66	SINAPI
<a href="#">Eletro Bóia Schneider</a>	1	un.	R\$ 30,00	R\$ 30,00	Schneider
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 20 mm	4	un.	R\$ 6,69	R\$ 26,76	SINAPI
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 25 mm	2	un.	R\$ 8,02	R\$ 16,04	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	4	un.	R\$ 0,58	R\$ 2,32	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	1	un.	R\$ 0,80	R\$ 0,80	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 20 mm, água fria (NBR-5648)	29	M	R\$ 2,19	R\$ 63,51	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 25 mm, água fria (NBR-5648)	1	M	R\$ 2,91	R\$ 2,91	SINAPI
União PVC, soldável, 20mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 4,75	R\$ 9,50	SINAPI
Válvula De Pé Com Crivo PVC Soldável 25mm	1	un.	R\$ 9,90	R\$ 9,90	Tigre
Válvula de retenção soldável 20 mm	2	un.	R\$ 23,40	R\$ 46,80	Higiban
Válvula Solenoide para Água 12V 180° (½ x ½)	2	un.	R\$ 37,90	R\$ 75,80	Baú da eletrônica
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 10.078,12</b>	

Fonte: Berns (2018).

Quantitativo de materiais: captação de água da chuva da Unidade de Maternidade.

Material	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor Total	Fonte
Adaptador PVC soldável, com flange e anel de vedação, 25 mm X 3/4", para Caixa d'água	1	un.	R\$ 10,70	R\$ 10,70	SINAPI
Adaptador PVC Soldável com bolsa e rosca, 20 mm X 1/2", para água fria	2	un.	R\$ 0,50	R\$ 1,00	SINAPI
Areia Fina - p/ casa de bombas	11	m³	R\$ 70,00	R\$ 770,00	SINAPI
Bloco cerâmico, 6 furos, de 9 X 14 X 19 cm - p/ casa de bombas	6675	un.	R\$ 0,37	R\$ 2.469,75	SINAPI
Bomba Autoaspirante Versajet VJ-07, 3/4 CV, Schneider	2	un.	R\$ 1.294,45	R\$ 2.588,90	Schneider
Bomba dosadora de cloro 500 mL/h Exatta EX00504	2	un.	R\$ 747,15	R\$ 1.494,30	Exatta
Bucha de redução de PVC, curta, 25 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,32	R\$ 0,64	SINAPI
Bucha de redução de PVC, longa, 32 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 1,38	R\$ 2,76	SINAPI
Bucha de redução de PVC, curta, 32 X 25 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,61	R\$ 1,22	SINAPI
Cal hidratada CH-I para argamassas - p/ casa de bombas	1306	Kg	R\$ 0,47	R\$ 613,82	SINAPI
Cimento Portland Composto CP II-32 (Saco de 50 kg) - p/ casa de bombas	27	50 kg	R\$ 23,95	R\$ 646,65	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	15	un.	R\$ 1,62	R\$ 24,30	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	2	un.	R\$ 2,33	R\$ 4,66	SINAPI
<a href="#">Eletro Bóia Schneider</a>	1	un.	R\$ 30,00	R\$ 30,00	Schneider
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 20 mm	4	un.	R\$ 6,69	R\$ 26,76	SINAPI
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 25 mm	2	un.	R\$ 8,02	R\$ 16,04	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	4	un.	R\$ 0,58	R\$ 2,32	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	1	un.	R\$ 0,80	R\$ 0,80	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 20 mm, água fria (NBR-5648)	26	M	R\$ 2,19	R\$ 56,94	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 25 mm, água fria (NBR-5648)	1	M	R\$ 2,91	R\$ 2,91	SINAPI
União PVC, soldável, 20mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 4,75	R\$ 9,50	SINAPI
Válvula De Pé Com Crivo PVC Soldável 25mm	1	un.	R\$ 9,90	R\$ 9,90	Tigre
Válvula de retenção soldável 20 mm	2	un.	R\$ 23,40	R\$ 46,80	Higiban
Válvula Solenoide para Água 12V 180° (½ x ½)	2	un.	R\$ 37,90	R\$ 75,80	Baú da eletrônica
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 8.906,47</b>	

Fonte: Berns (2018).

Quantitativo de materiais: captação de água da chuva da Unidade de Creche.

Material	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor Total	Fonte
<b>Adaptador PVC soldável, com flange e anel de vedação, 25 mm X 3/4", para Caixa d'água</b>	1	un.	R\$ 10,70	R\$ 10,70	SINAPI
<b>Adaptador PVC Soldável com bolsa e rosca, 20 mm X 1/2", para água fria</b>	2	un.	R\$ 0,50	R\$ 1,00	SINAPI
<b>Areia Fina - p/ casa de bombas</b>	13	m³	R\$ 70,00	R\$ 910,00	SINAPI
<b>Bloco cerâmico, 6 furos, de 9 X 14 X 19 cm - p/ casa de bombas</b>	8530	un.	R\$ 0,37	R\$ 3.156,10	SINAPI
<b>Bomba Autoaspirante Versajet VJ-07, 3/4 CV, Schneider</b>	2	un.	R\$ 1.294,45	R\$ 2.588,90	Schneider
<b>Bomba dosadora de cloro 500 mL/h Exatta EX00504</b>	2	un.	R\$ 747,15	R\$ 1.494,30	Exatta
<b>Bucha de redução de PVC, curta, 25 X 20 mm, para água fria predial</b>	2	un.	R\$ 0,32	R\$ 0,64	SINAPI
<b>Bucha de redução de PVC, longa, 32 X 20 mm, para água fria predial</b>	2	un.	R\$ 1,38	R\$ 2,76	SINAPI
<b>Bucha de redução de PVC, curta, 32 X 25 mm, para água fria predial</b>	2	un.	R\$ 0,61	R\$ 1,22	SINAPI
<b>Cal hidratada CH-I para argamassas - p/ casa de bombas</b>	1670	Kg	R\$ 0,47	R\$ 784,90	SINAPI
<b>Cimento Portland Composto CP II-32 (Saco de 50 kg) - p/ casa de bombas</b>	34	50 kg	R\$ 23,95	R\$ 814,30	SINAPI
<b>Curva de PVC 90°, soldável, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)</b>	14	un.	R\$ 1,62	R\$ 22,68	SINAPI
<b>Curva de PVC 90°, soldável, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)</b>	2	un.	R\$ 2,33	R\$ 4,66	SINAPI
<b><u>Eletro Bóia Schneider</u></b>	1	un.	R\$ 30,00	R\$ 30,00	Schneider
<b>Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 20 mm</b>	3	un.	R\$ 6,69	R\$ 20,07	SINAPI
<b>Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 25 mm</b>	2	un.	R\$ 8,02	R\$ 16,04	SINAPI
<b>Tê soldável, PVC, 90°, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)</b>	3	un.	R\$ 0,58	R\$ 1,74	SINAPI
<b>Tê soldável, PVC, 90°, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)</b>	1	un.	R\$ 0,80	R\$ 0,80	SINAPI
<b>Tubo PVC, soldável, DN 20 mm, água fria (NBR-5648)</b>	20	M	R\$ 2,19	R\$ 43,80	SINAPI
<b>Tubo PVC, soldável, DN 25 mm, água fria (NBR-5648)</b>	1	M	R\$ 2,91	R\$ 2,91	SINAPI
<b>União PVC, soldável, 20mm, para água fria predial</b>	2	un.	R\$ 4,75	R\$ 9,50	SINAPI
<b>Válvula De Pé Com Crivo PVC Soldável 25mm</b>	1	un.	R\$ 9,90	R\$ 9,90	Tigre
<b>Válvula de retenção soldável 20 mm</b>	2	un.	R\$ 23,40	R\$ 46,80	Higiban
<b>Válvula Solenoide para Água 12V 180° (½ x ½)</b>	1	un.	R\$ 37,90	R\$ 37,90	Baú da eletrônica
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 10.011,62</b>	

**Fonte:** Berns (2018).

## Quantitativo de materiais: captação de água da chuva da Unidade de Terminação.

Material	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor Total	Fonte
Adaptador PVC soldável, com flange e anel de vedação, 25 mm X 3/4", para Caixa d'água	1	un.	R\$ 10,70	R\$ 10,70	SINAPI
Adaptador PVC Soldável com bolsa e rosca, 20 mm X 1/2", para água fria	2	un.	R\$ 0,50	R\$ 1,00	SINAPI
Areia Fina - p/ casa de bombas	13	m³	R\$ 70,00	R\$ 910,00	SINAPI
Bloco cerâmico, 6 furos, de 9 X 14 X 19 cm - p/ casa de bombas	8530	un.	R\$ 0,37	R\$ 3.156,10	SINAPI
Bomba Autoaspirante Versajet VJ-07, 3/4 CV, Schneider	2	un.	R\$ 1.294,45	R\$ 2.588,90	Schneider
Bomba dosadora de cloro 500 mL/h Exatta EX00504	2	un.	R\$ 747,15	R\$ 1.494,30	Exatta
Bucha de redução de PVC, curta, 25 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,32	R\$ 0,64	SINAPI
Bucha de redução de PVC, longa, 32 X 20 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 1,38	R\$ 2,76	SINAPI
Bucha de redução de PVC, curta, 32 X 25 mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 0,61	R\$ 1,22	SINAPI
Cal hidratada CH-I para argamassas - p/ casa de bombas	1670	Kg	R\$ 0,47	R\$ 784,90	SINAPI
Cimento Portland Composto CP II-32 (Saco de 50 kg) - p/ casa de bombas	34	50 kg	R\$ 23,95	R\$ 814,30	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	13	un.	R\$ 1,62	R\$ 21,06	SINAPI
Curva de PVC 90°, soldável, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	2	un.	R\$ 2,33	R\$ 4,66	SINAPI
<a href="#">Eletro Bóia Schneider</a>	1	un.	R\$ 30,00	R\$ 30,00	Schneider
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 20 mm	4	un.	R\$ 6,69	R\$ 26,76	SINAPI
Registro de esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 25 mm	2	un.	R\$ 8,02	R\$ 16,04	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 20 mm, para água fria predial (NBR 5648)	4	un.	R\$ 0,58	R\$ 2,32	SINAPI
Tê soldável, PVC, 90°, 25 mm, para água fria predial (NBR 5648)	1	un.	R\$ 0,80	R\$ 0,80	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 20 mm, água fria (NBR-5648)	27	M	R\$ 2,19	R\$ 59,13	SINAPI
Tubo PVC, soldável, DN 25 mm, água fria (NBR-5648)	1	M	R\$ 2,91	R\$ 2,91	SINAPI
União PVC, soldável, 20mm, para água fria predial	2	un.	R\$ 4,75	R\$ 9,50	SINAPI
Válvula De Pé Com Crivo PVC Soldável 25mm	1	un.	R\$ 9,90	R\$ 9,90	Tigre
Válvula de retenção soldável 20 mm	2	un.	R\$ 23,40	R\$ 46,80	Higibán
Válvula Solenoide para Água 12V 180° (½ x ½)	2	un.	R\$ 37,90	R\$ 75,80	Baú da eletrônica
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 10.070,50</b>	

**Fonte:** Berns (2018).

## ANEXO C – Demandas de Água da Unidade de Ensino de Suinocultura

Determinação da demanda de água ao uso humano esperado à casa de apoio e acesso

Atividade	Volume [q]	Tempo [t] (min)	Frequência [f]		Usuários [n]	Intervalo Hora [i]	Consumo horário [c <sub>H H</sub> ] (L.h <sup>-1</sup> )	Consumo diário [c <sub>D H</sub> ] (L.d <sup>-1</sup> )
USO HUMANO								4083,60
Uso da bacia sanitária funcionários	0,15	0,76	4	D	5	4	34,05	136,20
Uso da bacia sanitária visitantes	0,15	0,76	2	M	20	2	136,20	272,40
Banho dos funcionários	0,10	7,00	4	D	5	4	210,00	840,00
Banho dos visitantes	0,10	7,00	2	M	20	2	840,00	1680,00
Lavagem das mãos e/ou escovação de dentes funcionários	0,15	0,25	4	D	5	4	11,25	45,00
Lavagem das mãos e/ou escovação de dentes visitantes	0,15	0,25	2	M	20	2	45,00	90,00
Lavagem de roupas funcionários	100,00	120,00	1	S	1	2	50,00	100,00
Preparação alimentos e lavagem de utensílios funcionários	0,25	1,00	1	D	5	1	75,00	75,00
Lavagem utensílios diversos funcionários	0,25	5,00	1	S	5	1	375,00	375,00
Lavagem geral funcionários	0,20	0,50	1	D	5	1	30,00	30,00
Lavagem geral visitantes	0,20	0,50	1	M	20	1	120,00	120,00
		Área (m²)						
Lavagem área externa	4	80	1	S	1	1	320,00	320,00

Atividade	Volume [q]	Tempo [t] (min)	Frequência [f]	Usuários [n]	Intervalo Hora [i]	Consumo horário [c <sub>H H</sub> ] (L.h <sup>-1</sup> )	Consumo diário [c <sub>D H</sub> ] (L.d <sup>-1</sup> )
<b>DEMANDA TOTAL</b>							4083,60

**Fonte:** Guarezi (2018).

NOTAS: D – Frequência diária, em uso.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>.

S – Frequência semanal, em uso.hab<sup>-1</sup>.semana<sup>-1</sup>.

M – Frequência mensal, em uso.hab<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup>.

Determinação da demanda de água ao uso da produção animal esperado às unidades de produção animal

Atividade	Aparelho de utilização	Volume	Tempo (min)	Frequência (1 uso.Xdias <sup>-1</sup> )	Usuários	Consumo diário (L.d <sup>-1</sup> )
<b>UNIDADE DE REPRODUÇÃO E GESTAÇÃO</b>						
<b>USO HUMANO</b>		[q]	[t]	[f]	[n]	[c <sub>D H</sub> ]
<b>Banho dos funcionários da propriedade</b>	Chuveiro elétrico	0,10	10	21	1	60,00
<b>Lavagem de utensílios de laboratório e necessários à inseminação</b>	Pia de laboratório	0,25	1	21	1	15,00
<b>DESSEDENTAÇÃO ANIMAL</b>		[v <sub>DA</sub> ]			[n <sub>S</sub> ]	[c <sub>D DA</sub> ]
<b>Fêmea em gestação (box individual)</b>	BS	8,88			20	177,60
<b>Fêmea em gestação (baia coletiva)</b>	BE	8,88			45	399,60
<b>Macho reprodutor</b>	BS	10,00			2	20,00
<b>Fêmea de reposição</b>	BS	8,88			4	35,52
<b>LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE INSTALAÇÕES</b>		[v <sub>L</sub> ]		[f <sub>L</sub> ]	[n <sub>L</sub> ]	[c <sub>D LD</sub> ]
<b>Fêmea em gestação (box individual)</b>	VAP	0,50		21	10	5,00
<b>Fêmea em gestação (baia coletiva)</b>	VAP	0,50		21	45	22,50
<b>Macho reprodutor</b>	VAP	0,50		42	2	1,00
<b>Fêmea de reposição</b>	VAP	0,50		120	4	2,00
<b>DEMANDA TOTAL</b>						738,22

Atividade	Aparelho de utilização	Volume	Tempo (min)	Frequência (1 uso.Xdias <sup>-1</sup> )	Usuários	Consumo diário (L.d <sup>-1</sup> )
<b>UNIDADE DE MATERNIDADE</b>						
<b>DESSEDENTAÇÃO ANIMAL</b>		[v <sub>DA</sub> ]			[n <sub>S</sub> ]	[c <sub>D DA</sub> ]
Fêmea em lactação	BS	32,16			20	643,20
<b>LIMPEZA E DESINFECÇÃO DAS INSTALAÇÕES</b>		[v <sub>L</sub> ]		[f <sub>L</sub> ]	[n <sub>L</sub> ]	[c <sub>D LDI</sub> ]
Fêmea em lactação	VAP	5,10		21	10	51,00
<b>DEMANDA TOTAL</b>						694,20
<b>UNIDADE DE CRECHÁRIO</b>						
<b>DESSEDENTAÇÃO ANIMAL</b>		[v <sub>DA</sub> ]			[n <sub>S</sub> ]	[c <sub>D DA</sub> ]
Leitão	BE	2,76			130	358,80
<b>LIMPEZA E DESINFECÇÃO DAS INSTALAÇÕES</b>		[v <sub>L</sub> ]		[f <sub>L</sub> ]	[n <sub>L</sub> ]	[c <sub>D LDI</sub> ]
Leitão	VAP	0,50		21	44	22,00
<b>DEMANDA TOTAL</b>						380,80
<b>UNIDADE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO</b>						
<b>DESSEDENTAÇÃO ANIMAL</b>		[v <sub>DA</sub> ]			[n <sub>S</sub> ]	[c <sub>D DA</sub> ]





Suínos de terminação	BE	8,33			120	999,60
LIMPEZA E DESINFECÇÃO DAS INSTALAÇÕES		$[v_L]$		$[f_L]$	$[n_L]$	$[c_{D\ LDI}]$
Suínos de terminação	VAP	0,50		21	20	10
DEMANDA TOTAL						1009,60

**Fonte:** Guarezi (2018).

NOTAS: BE – Bebedouro do tipo taça/concha ecológica.

BS – Bebedouro simples do tipo chupeta.

VAP – Máquina de lavagem de alta pressão conectada à torneira de lavagem geral.

q – Volume em  $L.s^{-1}$ .

$v_{DA}$  – Volume em  $L.animal^{-1}.dia^{-1}$ .

$v_L$  – Volume em  $L.animal^{-1}.limpeza^{-1}$ .

Determinação da demanda de água ao uso de controle da ambiência e limpeza e desinfecção de veículos para a produção animal

<b>Atividade</b>	<b>Aparelho de utilização</b>	<b>Volume [q<sub>B</sub>]</b>	<b>Tempo [t<sub>B</sub>]</b>	<b>Frequência [f<sub>B</sub>]</b>	<b>Bocais [n<sub>B</sub>]</b>	<b>Consumo diário (L.d<sup>-1</sup>)</b>
<b>CONTROLE DA AMBIÊNCIA POR NEBULIZAÇÃO</b>		(L.h <sup>-1</sup> )	(min)	(uso.dia <sup>-1</sup> )		[cD CA]
<b>Criação de névoa na unidade de reprodução e gestação</b>	Aspersor pressão 25 m.c.a.	12,70	90	1	18	342,90
<b>Criação de névoa na unidade de crechário</b>	Aspersor pressão 25 m.c.a.	12,70	90	1	12	228,60
<b>Criação de névoa na unidade de crescimento e terminação</b>	Aspersor pressão 25 m.c.a.	12,70	90	1	12	228,60
<b>LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE VEÍCULOS</b>		(L.min <sup>-1</sup> )	(s)	(uso.semana <sup>-1</sup> )		
<b>Limpeza e desinfecção de veículos de acesso às unidades de maternidade, crechário e crescimento e terminação</b>	Aspersor de água	3,00	20	1	32	32,00
<b>Limpeza e desinfecção de veículos de acesso à unidade de reprodução e gestação</b>	Aspersor de água	3,00	20	1	32	32,00

Fonte: Guarezi (2018).

